

第 18 章

乳牛飼料としての低脂肪 DDGS の利用

はじめに

「一般的な」DDGS には粗脂肪が 10 から 12%含まれ、産乳量や乳脂肪量に影響を及ぼすことなく、泌乳期の乳牛に乾物摂取量の 30%まで配合して給与することができる (Schingoethe ら、2009)。しかしながら、こうした研究結果は数多くの試験に基づいたものであるにも関わらず、乳牛栄養担当者は乳脂肪量の低下が発生する可能性を危惧し、乾物摂取量の 10 から 20%を超えて給与することに積極的ではない。

乳牛栄養担当者 10 名を対象とした調査から得られた結果によれば、乳牛へのジステラズ・グレインの給与を制限する最大の理由はジステラズ・グレインに脂肪が多く含まれているということ、半数がジステラズ・グレインの不飽和脂肪酸の濃度が高いために乳脂肪量が減少すると信じている (Owens、2009)。これに加え、これらの栄養担当者のほぼすべて (90%) が、ジステラズ・グレインから油分を取り去ると、乳牛飼料に配合するジステラズ・グレインの割合が増加すると考えており、その一方で油分抽出により減少したエネルギー含量に比例して、ジステラズ・グレインのコストは下がるはずであるとしている。こうした栄養担当者が算定する油分抽出ジステラズ・グレインの価格引き下げ割合は 2 から 50% (平均 24%) である。この調査の結果は、ジステラズ・グレインの粗脂肪含有量にばらつきのあることが乳牛生産者にとっての懸念対象であり (NASS、2007)、飼料にジステラズ・グレインを用いるか否かの決定に影響を及ぼす重要な要素が脂肪分であるとする他の 2 件の調査結果と一致している (Garcia、2012、私信より)。

こうした調査で得られた結果から、ジステラズ・グレインに脂肪および不飽和脂肪酸が多く含まれることが、乳牛栄養担当者および乳牛生産者の最大の懸念事項となっていることがはっきりと分かる。従って、飼料全体の脂肪過剰を防ぎ、乳脂肪含有率および収量に及ぼす可能性のある悪影響を避けるため、泌乳期乳牛用としては DDGS から一部油分を抜き取ることに利があり、そうすることで飼料への配合率を増加させることも可能になってくる。

ジステラズ・グレインの脂肪酸組成と第一胃の環境に及ぼす影響との関係

ジステラズ・グレインの油分は主に不飽和脂肪酸で、リノール酸 (C18:2) とオレイン酸 (C18:1) がそれぞれ総脂肪酸の 59%と 25%を占めている。Bauman と Griinari (2001) は第一胃の不飽和脂肪酸の存在と不完全な生物学的水素化を引き起こす変質第一胃環境が乳脂肪分減少の 2 大原因である可能性を示した。第一胃での不飽和脂肪酸濃度は微生物個体群の変化および trans-10-cis-12 - 共役リノール酸異性体の増加に関与する主たる要素で (Jenkins ら、2009)、これらが他の中間体とともに乳脂肪合成を強力に阻害する (Griinari ら、1998)。更に、ジステラズ・グレインに含まれる油分中の遊離脂肪酸は第一胃での発酵に悪影響を及ぼす可能性がある (Jenkins ら、1993)。Chalupa ら (1984) は、脂肪酸がトリグリセリドとして飼料中に供給されても第一胃発酵に著しい変化は認められないが、遊離脂肪酸が供給されるとプロピオン酸の産生が増加し、酢酸、酪酸および総揮発性脂肪酸の産生が減少することを示した。これにより、遊離脂肪酸が第一胃発酵に及ぼす影響はトリグリセリドが第一胃発酵に及ぼす影響を上回り、不飽和の程度に従って抗微生物

物活性が増加する。Moreau ら（2011）の報告によれば、DDG および DDGS の遊離脂肪酸含有率はそれぞれ 7.4%と 9.1%で、トウモロコシでは 2.3%である。Nouredini ら（2009）はジステラズ・グレインについて同程度の総遊離脂肪酸含有率（7.4%）を報告しており、その大半（75%）は不飽和遊離脂肪酸である。従って、ジステラズ併産物の遊離脂肪酸含有率は、飼料の配合率ならびに乳脂肪含有率および収量に及ぼす潜在的な影響との相対比較で考慮する必要のある重要な要素である。

低脂肪 DDGS の給与が産乳量および乳組成に及ぼす影響

低脂肪 DDGS（RF-DDGS）が泌乳期乳牛の産乳量および乳組成に及ぼす影響に関連した試験の報告が 1 件発表されているが、DDGS の油分抽出が正味エネルギー価に及ぼす影響を見極めるための試験は実施されていない。サウスダコタ州立大学の研究者ら（Mjoun ら、2010a）は RF-DDGS の配合率を引き上げた飼料を給与した乳牛の泌乳成績およびアミノ酸利用率を評価した。大豆粕との置き換えて RF-DDGS を 0、10、20 および 30%（乾物比）配合した 4 種類の飼料を 2 回以上の出産経験のあるホルスタイン 22 頭と初産ホルスタイン 19 頭に 8 週間給与した。低脂肪 DDGS に含まれる粗タンパク質は 34.0%、中性デタージェント繊維（NDF）は 42.5%、粗脂肪は 3.5%、灰分は 5.3%であった。

RF-DDGS の配合率を引き上げても乾物摂取量、粗タンパク質摂取量および産乳量への影響は観察されなかった（表 1）。産乳効率（エネルギー補正産乳量を乾物摂取量で除した値）は飼料中の RF-DDGS 配合率の増加に伴って線形増加傾向を示したが、窒素利用効率には影響が見られなかった。RF-DDGS 配合率の増加に伴って乳脂肪率が増加し、乳脂肪収量は線形増加傾向を示したが、乳タンパク質率は二次関数反応を示し（RF-DDGS を 0%から 30%含む飼料それぞれの値は 2.99、3.06、3.13、2.99%）、タンパク質収量には影響が見られなかった（表 1）。RF-DDGS の配合率の増加に伴い、全乳固形分の割合は増加を示し、総乳固形分収量は線形増加傾向を示した。

表 1. 低脂肪 DDGS（RF-DDGS）の配合率を引き上げた飼料を給与した乳牛の乾物摂取量、産乳量および乳組成

	0% RF-DDGS	10% RF-DDGS	20% RF-DDGS	30% RF-DDGS
乾物摂取量 kg/日	22.7	23.0	23.7	22.2
粗タンパク質摂取量 kg/日	4.0	4.1	4.2	4.0
産乳量 kg/日	34.5	34.8	35.5	35.2
産乳効率 ^{1, 2}	1.47	1.53	1.49	1.61
窒素効率 ³	25.5	27.0	25.8	26.0
乳脂肪 % ⁴	3.18	3.40	3.46	3.72
乳脂肪収量 kg/日 ⁴	1.08	1.19	1.23	1.32
乳タンパク質 % ⁵	2.99	3.06	3.13	2.99
乳タンパク質収量 kg/日	1.03	1.07	1.10	1.06
総乳固形分 % ⁴	12.10	12.39	12.40	12.67
総乳固形分収量 kg/日 ²	4.15	4.35	4.43	4.45

¹ 産乳効率 = エネルギー補正産乳量 ÷ 乾物摂取量

² 線形増加 (P < 0.06)

³ 窒素効率 = 乳窒素 (kg/日) / 窒素摂取量 (kg/日)

⁴ 線形増加 (P < 0.05) .

⁵ 二次関数増加 (P < 0.02) .

この研究者らは泌乳期中盤のホルスタインに RF-DDGS（乾物比）を 30%まで配合しても、産乳量または乾物摂取量に悪影響はなく、乳脂肪含有率および乳脂肪収量は増加すると結論付けた。RF-DDGS の配合率が 30%以下である場合には、RF-DDGS を含まない大豆粕飼料を給与した場合と同程度の泌乳成績が得られたが、RF-DDGS の配合率が 20%の飼料を給与した場合でも最適なアミノ酸バランスが得られる可能性もあるとした。ところが、その後実施された試験では、Mjoun ら（2010b）は大豆粕、エクストルーダー処理大豆およびトウモロコシのジステラズ・グレイン併産物（DDGS、高タンパク DDG、改質ウエット・ジステラズ・グレイン・ウィズ・ソリュブルおよび RF-DDGS）のタンパク質およびアミノ酸の第一胃消化率および腸内消化率を評価し、ジステラズ・グレイン併産物のアミノ酸利用率は大豆粕の値に匹敵すると結論付けた。これは、RF-DDGS のタンパク質消化率およびアミノ酸利用率がその他のジステラズ併産物、大豆粕およびエクストルーダー処理大豆の値と同程度であることを示している。

Kalscheur（2005）は 24 件の試験のメタ分析を実施し、粗飼料を 50%未満の割合で給与したか、粗飼料から得られる NDF が 22%未満の飼料を給与した場合に、「一般的な」高脂肪ジステラズ・グレインによって引き起こされるのは乳脂肪の低下のみであることを見いだした。従って、RF-DDGS が第一胃環境の変質および乳脂肪含有率および収量の低下に及ぼす影響は小さいと言える。

References:

- Bauman, D.E., J. M. Griinari. 2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. *Livest. Prod. Sci.* 70:15–29.
- Chalupa, W., B. Rickabaugh, D. S. Kronfeld, and D. Sklan. 1984. Rumen fermentation in vitro as influenced by long chain fatty acids. *J. Dairy Sci.* 67:1439-1444.
- Griinari, J. M., D.A. Dwyer, M.A., McGuire, D.E. Bauman, D.L. Palmquist, K. V. V. Nurmela. 1998. Trans-octadecenoic acids and milk fat depression in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 81:1251–61.
- Jenkins, T. C. 1993. Symposium: Advances in ruminant lipid metabolism. *J. Dairy Sci.*, 76:3851-3863.
- Jenkins, T. C., C. M. Klein, G. D. Mechor. 2009. Managing Milk Fat Depression: Interactions of Ionophores, Fat Supplements, and other Risk Factors. Proceedings, 20th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville, Florida.
- Kalscheur, K.F. 2005. Impact of feeding distillers grains on milk fat, protein, and yield. Proc. Distillers Grains Technology Council, 9th Annual Symposium, Louisville, Kentucky, USA.
- Mjoun, K., K.F. Kalscheur, A.R. Hippen, D.J. Schingoethe, and D.E. Little. 2010a. Lactation performance and amino acid utilization of cows fed increasing amounts of reduced-fat dried distillers grains with solubles. *J. Dairy Sci.* 93:288-303.
- Mjoun, K., K.F. Kalscheur, A.R. Hippen, and D.J. Schingoethe. 2010b. Ruminant degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in soybean and corn distillers grains products. *J. Dairy Sci.* 93:4144-4154.
- Moreau, R. A., K. Liu., J. K. Winkler-Moser, V. Singh. 2011. Changes in lipid composition during dry grind ethanol processing of corn. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 88:435–442.
- National Agricultural Statistics Service. 2007. Ethanol co-products used for livestock feed. Agricultural Statistics Board, U.S. Department of Agriculture.
- Noureddini, H., S. R. P. Bandlamudi, E. A. Guthrie. 2009. A novel method for the production of biodiesel from the whole stillage-extracted corn oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 86:83–91.
- Owens, F. 2009. Nutrition & Health: Dairy. Cattle nutritionists. *Feedstuffs*, p. 22-25.
- Schingoethe, D.J., K.F. Kalscheur, A.R. Hippen, and A.D. Garcia. 2009. Invited review: The use of distillers products in dairy cattle diets. *J. Dairy Sci.* 92:5802-5813.