

25 章:ウマ、ウサギおよびイヌ用飼料における DDGS

はじめに

ウマ、ウサギおよびイヌ用飼料原料として DDGS を評価した報告は非常に少ない。しかし、米国産 DDGS は供給量が多く、高品質で、比較的安価で、多くの場合にはマイコトキシンのリスクが低いことから、ウマ、ウサギおよびイヌ用飼料で多量に利用される可能性が高まっている。残念ながら、これらの動物種に対して低脂肪 DDGS を給与した最近の報告はない。

ウマ

ドイツの研究者は、醸造副産物の DE(可消化エネルギー)価は 11.5~14.2 MJ/kg (2,747~3,392 kcal/kg) (乾物)であると推定している(DLG, 1995)。DDGS は粗脂肪含量が比較的高いため、乗馬用のウマにおいて重要なエネルギー源になり得る(DLG, 1995; Orme ら, 1997)。ウマにおける DDGS の GE(総エネルギー)、乾物および栄養成分の消化率を測定した 4 報が公表されており、その結果を表 1 にとりまとめた。

Leonard ら(1975)は、成馬における DDGS の GE、乾物および CP(粗たん白質)の消化率を測定するために 2 試験を実施し、DDGS の配合量を 18%まで高めてもこれらの消化率には影響がないことを示している。しかし、2 試験間で、CP 消化率への反応は異なっており、去勢馬を用いた試験では DDGS の配合量の増加に伴って CP 消化率が低下したが、成馬を用いた試験では DDGS の配合量の増加に伴って CP 消化率が高まった。しかし、Pagan and Jackson(1991)の報告では、0、5、10 または 20%の DDGS を配合したペレット飼料を給与した場合の乾物および CP 消化率は、Leonard(1975)らの報告よりはるかに高く、DDGS 配合量の違いによる影響もなかった。Bonoma ら(2008 年)は、アルファルファと、トウモロコシおよび大豆粕を含む濃厚飼料、または濃厚飼料中の



トウモロコシおよび大豆粕と置換することにより DDGS を 30%配合した濃厚飼料(いずれもペレット飼料)を 1:1 の割合で離乳馬に給与した。その結果、DDGS を含む濃厚飼料を給与した場合に、乾物と CP 消化率が大幅に低下した。Frape(1998)は、DDGS は CP 含量が高く、その消化率も比較的高いことから、DDGS がウマ用飼料中の大豆粕または脱脂粉乳の部分的な代替品として有効であることを示している。一般的に、DDGSを離乳馬に給与する場合を除き、最大 20%の DDGS は、乾物と CP 消化率に悪影響を及ぼすことなく、成馬用飼料で有効に使用できる。これらの結果は、DDGS がウマにおいて消化性が高いエネルギー源であることを示唆している。

ウマは DDGS の栄養成分を有効に利用出来るが、嗜好性は DDGS の利用を制限する潜在的な因子の一つとなる可能性がある。ウマは、新しい飼料原料が含まれている飼料に対して非常に敏感である。このため、Pagan and Jackson(1991)は、DDGS を 0、5、10 または 20%配合したペレット飼料に対する 6 日間の嗜好性試験を 2 回実施した。その結果、DDGS を 10%まで配合した飼料では嗜好性に差がなかったが、20%配合した飼料では嗜好性が高まった。この結果は、DDGS がウマの嗜好性に影響を及ぼすことなく、最大 20%含むペレット飼料を有効に使用できることを示唆している。

表 1. DDGS を含むウマ用飼料の GE(総エネルギー)、乾物および CP(粗たん白)消化率

| 年齢 | DDGS % | GE消化率 % | 乾物消化率 % | CP消化率 % | 引用文献 |
|------------------|--------|---------|---------|---------|--------------------------|
| 成馬 (去勢、400kg) | 0 | 43.8 | 44.1 | 60.0 | Leonard et al. (1975) |
| | 5 | 40.7 | 40.1 | 56.8 | |
| | 10 | 41.8 | 41.4 | 54.7 | |
| 成馬 (460kg) | 0 | 44.7 | 43.0 | 35.6 | Leonard et al. (1975) |
| | 9.1 | 43.2 | 42.1 | 44.7 | |
| | 18.2 | 38.9 | 41.5 | 49.9 | |
| 離乳馬 (276kg) | 0 | - | 67.2 | 64.1 | Bonoma et al. (2008) |
| | 15 | - | 51.1 | 51.5 | |
| 様々な年齢の馬 | 0 | - | 58.9 | 69.8 | Pagen and Jackson (1991) |
| | 5 | - | 57.7 | 68.3 | |
| | 10 | - | 57.7 | 67.6 | |
| | 20 | - | 58.7 | 67.0 | |

Hill (2002) は、小麦 DDGS と濃厚飼料を、1:0、0.75:0.25、0.50:0.50 および 0:1 (乾物比) で給与した場合のウマの摂食行動と飼料摂取状況を調査した。小麦 DDGS と濃厚飼料が 0.75:0.25 として、飼料の浸漬処理を行わない場合、飼料摂取率と乾物 1 kgあたりの咀嚼回数大幅に減少した。飼料を浸漬処理した場合、小麦 DDGS を 0.75:0.25 の割合で給与すると、摂取回数が増加した。しかし、小麦 DDGS と濃厚飼料の割合が 0.50:0.50 までの場合は飼料消費量への影響はなかった。これらの結果から、Hill (2002) は、小麦 DDGS は、飼料の給与方法により影響を受けるものの、他のエネルギーおよびたん白質原料の代替として使用できると結論付けている。濃厚飼料を浸漬処理すると、濃厚飼料に配合できる DDGS の量が低下する。

DDGS を含む飼料が離乳馬の発育成績に及ぼす影響を調査した報告が 1 報公表されている (Bonoma ら、2008)。この報告によると、アルファルファと、トウモロコシと大豆粕、あるいは DDGS を 30% 配合した濃厚飼料を 1:1 で給与した場合、増体率と飼料効率には差がなかった。しかし、DDGS を配合した濃厚飼料を給与すると、乾物、CP、ADF (酸性デタージェント繊維)、NDF (中性デタージェント繊維) の消化率が低下した。したがって、離乳馬において、アルファルファを粗飼料源とし、その給与量

が全飼料の 50% を占める場合、濃縮飼料への DDGS の配合量は 30% 未満 (全給与飼料の 15% 未満) とする必要がある。アルファルファよりも低品質の粗飼料を用いる場合は、濃厚飼料中の DDGS の配合割合をより少なくすることが望まれる

ウサギ

ウサギに対する DDGS の飼料価値に関する研究はほとんど行われていないが、Villamide ら (1989) により、ニュージーランド・ホワイト×カリフォルニア種の交雑種における小麦ふすま、CGF (コーングルテンフィード) および DDGS の栄養成分消化率の測定が行われている。GE 含量が低く (2200 kcal/kg、乾物)、DCP (可消化粗たん白質) 含量あたりの DE 価が高い (25 kcal DE/g) 飼料を基礎飼料として用いた。飼料の繊維含量は同一とした。GE と ADF の消化率は、小麦ふすまを含む飼料 (59.4 および 9.6%) と比べて、DDGS を含む飼料では 74.0 および 58.3%、CGF では 65.0 および 27.7% だった。さらに、DDGS を含む飼料の CP 消化率は 70.1% であり、小麦フスマあるいは CGM を含む飼料 (66.6 および 61.4%) より高かった。これらの結果は、DDGS がウサギに適した飼料原料であり、小麦ふすまや CGM よりエネルギー、ADF および CP を消化しやすいことを示している。



Villamide and Fraga (1998) は、粗飼料(26 試料)、DDGS を含む穀類および穀類副産物(29 試料)、たん白濃縮物(18 試料)、動物副生物(22 試料)の成分組成からウサギにおける DCP を推定する予測式を開発している。CP 含量と ADF 含量は、穀類および穀類副産物の DCP の最良の予測変数であり、予測式は以下のとおりであった。

$$\text{DCP \%} = -10.856 + 0.628 \times \text{CP \%} + 0.224 \times \text{ADF \%}$$

最近、Alagón ら(2016)は、スペインのバイオエタノール工場で生産された大麦、トウモロコシおよび小麦由来の DDGS とブラジル産トウモロコシ DDGS について、成長期のウサギにおける栄養価を測定した(表 2)。大麦 DDGS は、トウモロコシ DDGS および小麦 DDGS よりも乾物および粗脂肪の消化率が低く、GE 消化率がスペイン産トウモロコシ DDGS および小麦 DDGS より低かった。そのため、トウモロコシ DDGS と小麦 DDGS の DE 価は類似していたが、大麦 DDGS の DE 価は前二者より低かった。さらに、大麦 DDGS の DCP は、ブラジル産トウモロコシ DDGS および小麦 DDGS より低かった。米国産ト

ウモロコシ DDGS がこの研究で評価された試料とどのように比較できるのかは不明であるが、これらの結果は、トウモロコシ DDGS を成長期のウサギの飼料原料として使用した場合、かなりの DE 価と DCP を提供できることを示している。

イヌ

エクストルーダ加工されたイヌ用のドライフードへの DDGS の利用に関する報告はそれほど多くない。イリノイ大学において、初期に行われた研究(Allen ら、1981)では、ポインターの成犬および成長期の子犬における DDGS を含む飼料の栄養成分消化率が測定されている。成犬の場合、DDGS 配合量が少ない(4~8%)飼料では乾物およびでん粉の見かけの消化率には影響がなかった。DDGS 配合量が中程度(16.1%)の飼料では、乾物消化率が低下したが、でん粉とエネルギー消化率には影響がなかった。DDGS 配合量が高い(26.1%)飼料では乾物およびエネルギー消化率が低下したが、CP 消化率への影響はなかった。子犬の場合、DDGS 配合量が中程度(14.1%)の飼料では乾物およびエネルギー消化率が低下したが、DDGS を含まない飼料に比べて ADF 消化率が高かった。飼料に DDGS を配合すると、窒素摂取量と糞中窒素が減少したが、尿中窒素には影響がなく、窒素の吸収量、蓄積量、全排泄量にも影響はなかった。

Corbin(1984)が行ったその後の研究では、成長期の子イヌに対して DDGS を 10%配合した飼料を 10 週間給与しても、飼料摂取量、増体量、飼料効率、試験終了時

表 2. 様々な DDGS の成長期のウサギにおける乾物、CP(粗たん白質)、粗脂肪および GE(総エネルギー)の見かけの消化率と、DE(可消化エネルギー)価および DCP(可消化粗たん白質)(Alagón ら、2016)

| 項目 | 大麦DDGS | トウモロコシDDGS (スペイン) | トウモロコシDDGS (ブラジル) | 小麦DDGS |
|----------------|--------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 乾物 % | 64.7 ^b | 72.2 ^{ab} | 68.4 ^{ab} | 75.4 ^a |
| CP % | 63.5 | 65.6 | 70.4 | 74.8 |
| 粗脂肪 % | 76.7 ^a | 92.1 ^b | 94.5 ^b | 91.5 ^b |
| GE % | 58.2 ^c | 71.8 ^{ab} | 65.3 ^{ab} | 75.0 ^a |
| DE価 MJ/kg (乾物) | 11.87 ^a | 15.89 ^b | 14.72 ^b | 15.69 ^b |
| DCP g/kg (乾物) | 168 ^a | 195 ^{ab} | 221 ^b | 263 ^c |

a-b異符号間で有意差あり (p < 0.05)

表 3. DDGS を 0、6、12 または 18 パーセント含む飼料のイヌにおける乾物、CP(粗タンパク質)、AHEE(酸分解粗脂肪)、有機物および GE(総エネルギー)の全消化管消化率、推定 ME(代謝エネルギー)価と糞中乾物量へのキシラナーゼ添加の影響(Silva ら、2016 から改編)

| 項目 | DDGS 0% | | DDGS 6% | | DDGS 12% | | DDGS 18% | |
|------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 無添加 | 添加 | 無添加 | 添加 | 無添加 | 添加 | 無添加 | 添加 |
| 乾物 % | 85.1 | 85.8 | 84.1 | 85.2 | 81.5 | 82.6 | 80.6 | 83.2 |
| CP % | 87.6 | 88.3 | 87.3 | 88.3 | 85.6 | 87.8 | 85.1 | 87.3 |
| AHEE % | 93.0 | 93.2 | 92.7 | 92.8 | 89.6 | 90.7 | 90.0 | 91.3 |
| 有機物 % | 88.5 ^a | 88.5 ^a | 88.5 ^a | 88.0 ^b | 85.0 ^b | 87.0 ^b | 83.1 ^b | 85.6 ^b |
| GE % | 89.6 | 89.6 | 89.2 | 88.3 | 85.7 | 87.3 | 83.6 | 85.5 |
| ME価 MJ/kg | 19.55 | 19.78 | 19.14 | 19.41 | 18.98 | 18.54 | 18.89 | 18.67 |
| 糞中乾物量 g/kg | 395 | 392 | 363 | 362 | 352 | 352 | 347 | 353 |

a-b異符号間で有意差あり (p < 0.05)

表 4. ウマ、ウサギおよびイヌ用飼料における DDGS の推奨最大配合割合

| 動物種 | DDGSの最大配合量 |
|--------|-----------------|
| 成馬 | 最大20% |
| 離乳馬 | 粗飼料の品質に応じて最大15% |
| ウサギ | 最大20% |
| 成長期の子犬 | 最大10% |
| 成犬 | 年齢と活動量に応じて最大25% |

の体重には影響がないことが示されている。DDGS は繊維含有量が高いため、高齢の成犬用飼料に配合すると体重増加を抑制するのに有効である。Weigel ら(1997)は、成犬用飼料において、腸管の健康状態を健全に保つために、年齢と活動量に応じて、DDGS を最大 25%まで配合出来るとしている。

最近では、de Godoy ら(2009)は、DDGS と他の新しいトウモロコシ併産物の犬用飼料原料としての利用性を評価し、それらがイヌにおいて一般的に使用されているたん白源および繊維源に匹敵する栄養特性を持っていると報告している。Silva ら(2016)は、DDGS の配合量を段階的に高めた飼料へのキシラナーゼの添加が、乾物、CP、AHEE(酸加水粗脂肪)、有機物および GE 消化率に及ぼす影響を調査した(表 3)。DDGS の配合量を最大 18%まで高めると、エネルギーおよび各栄養成分の消化率と DE 価がわずかに減少したが、キシラナーゼの添加により乾物、CP および有機物の消化率が改善された。また、DDGS を 18%配合した飼料では嗜好性が向上した。

結論

現在入手が出来る公表文献によると、DDGS はウマ、ウサギおよびイヌ用の飼料原料として非常に適しているようである。現在の推奨配合量は表 4 に示したとおりである。

引用文献

- Alagón, G., O.N. Arce, E. Martínez-Paredes, L. Ródenas, V.J. Moya, E. Blas, C. Cervera, and J.J. Pascual. 2016. Nutritive value of distillers dried grains with solubles from barley, corn and wheat for growing rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.* 222:217-226.
- Allen, S.E., G.C. Fahey, Jr., J.E. Corbin, J.L. Pugh, and R.A. Franklin. 1981. Evaluation of byproduct feedstuffs as dietary ingredients for dogs. *J. Anim. Sci.* 53:1538-1544.
- Bonoma, T.A., A.C. Brogren, K.H. Kline, and K.M. Doyle. 2008. Effects of feeding distiller's dried grains with solubles on growth and feed efficiency of weanling horses. *J.*

- Equine Vet Sci. 28:12, 725–727.
- Corbin, J. 1984. Distiller's dried grains with solubles for growing puppies. Distillers Feed Conference. 39:28–33.
- de Godoy, M.R.C., L.L. Bauer, C.M. Parsons, and G.C.
- Fahey Jr. 2009. Select corn coproducts from the ethanol industry and their potential as ingredients in pet foods. J. Anim. Sci. 87:189–199.
- Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft, DLG. 1995. Futte Wettabellen – Ppferde. 3. Ausgabe DLG, Frankfurt am Main, Germany.
- Frape, D. 1998. Equine Nutrition and Feeding. Blackwell Science, London.
- Hill, J. 2002. Effect of level of inclusion and method of presentation of a single distillery by-product on the processes of ingestion of concentrate feeds by horses. Livest Prod Sci. 75:209–218.
- Leonard, T.M., J.P. Baker, and J. Willard. 1975. Influence of distiller's feeds on digestion in the equine. J. Anim. Sci. 40:1086–1092.
- Orme, C.E., R.C. Harris, D. Marlin, and J. Hurley. 1997. Metabolic adaptation to a fat supplemented diet by the thoroughbred horse. Brit. J. Nutr. 78:443–455.
- Pagan, J.D., and S.G. Jackson. 1991. Distiller's dried grains as an ingredient for horse rations: A palatability and digestibility study. Distillers Feed Conference. 46:83–86.
- Silva, J.R., T.T. Sabchuk, D.C. Lima, A.P. Félix, A. Maiorka, and S.G. Oliveira. 2016. Use of distillers dried grains with solubles (DDGS), with and without xylanase, in dog food. Anim. Feed Sci. Technol. 220:136–142.
- Villamide, M.J., and M.J. Fraga. 1998. Prediction of the digestible crude protein and protein digestibility of feed ingredients for rabbits from chemical analysis. Anim. Feed Sci. Technol. 70:211–224.
- Villamide, M.J., J.C. de Blas, and R. Carabano. 1989. Nutritive value of cereal by-products for rabbits. 2. Wheat bran, corn gluten feed and dried distiller's grains and solubles. J. Appl. Rabbit Res. 12:152–155.
- Weigel, J.C., D. Loy, and L. Kilmer. 1997. Feeding co-products of the dry corn milling process. Renewable Fuels Association and National Corn Growers Association. Washington, D.C. and St. Louis, MO p. 8.