

**トウモロコシ DDGS と飼料用酵素を用いた場合の
ブロイラー雛の発育成績への効果に関する系統的レビューとメタ分析**

**A systematic review and meta-analysis of the growth performance effects of feeding
diets containing corn distillers dried grains with solubles (cDDGS) and feed enzymes
to broiler chickens**

Jae-Cheol Jang , Zhikai Zeng, Pedro E. Urriola, Gerald and C. Shurson

Animal Feed Science and Technology, 229, 115464 (2022)

過去 20 年間、米国ではトウモロコシを原料とした発酵エタノールとその併産物である DDGS の生産量が著しく増加し、世界各地でブロイラー用の飼料原料として利用されている。ブロイラー用飼料に DDGS を配合すると、トウモロコシ、大豆粕および無機リン源を部分的に置換することが出来るため飼料コストの削減が期待できる。しかし、DDGS はトウモロコシに比べて食物繊維含量が多く、代謝エネルギー (ME) が少ないため、一般的な配合量は、前期用飼料で 6%、中後期用飼料で 12~15%とされている。また、DDGS 配合飼料に対して種々の飼料用酵素を添加することによる成長成績や消化率を改善する試みが行われているが、DDGS を配合したブロイラー用飼料における種々の飼料用酵素の添加による反応についての包括的な検討は行われていない。これらのことから、過去 10 年間に公表された様々な文献を用いて、ブロイラーの発育成績に対する DDGS の配合量の影響、発育成績に不斉一性をもたらす要因、DDGS 添加飼料への飼料用酵素の添加効果

などについてメタ分析による検討を行った。

DDGS の配合量に関する検討では、検索サイト (PubMed、ISI Web of Science および Scopus) から、「DDGS」、「発育」および「ブロイラー」をキーワードとして抽出された文献について、7 項目の基準 (① 2008~2018 年に公表、② 増体量、飼料摂取量および飼料効率のデータと統計学的な解析が行われている、③ DDGS 配合飼料を給与している、④ トウモロコシ・大豆粕主体飼料を対照飼料としている、⑤ 供試飼料設計時のエネルギーシステムが明確であり、供試 DDGS の可消化アミノ酸含量および粗脂肪含量が明らかである、⑥ 反復数と変動 (標準偏差 (SD) あるいは標準誤差 (SEM)) が示されている、⑦ 供試鶏の週齢と供試飼料の給与期間が明確である) を満たす 20 文献 (データセット数 : 71) を解析用データとして用いた。また、飼料用酵素添加に関する検討では、同様の検索サイトを用い、「カルボヒドラーゼ」、「キシラナーゼ」、「マンナーゼ」、「プロテアーゼ」、「グルカナーゼ」、「複合酵素」、「酵素カクテル」、「マ

ルチ炭水化物分解酵素」、「ブロイラー」、「鶏」および「発育成績」をキーワードとして抽出された文献について、5 項目の基準（① 2007～2018 年に公表、② 飼料用酵素無添加の対照飼料を含むブロイラーを用いた試験、③ DDGS 以外の高繊維原料を含まないトウモロコシ・大豆粕主体飼料を対象としている、④ 増体量、飼料摂取量および飼料効率のデータが示されている、⑤ 反復数と変動が示されている）を満たす 10 文献（データセット数：47）を解析用データとして用いた。

その結果、DDGS の配合割合と発育成績に関する検討では、変量モデルによるメタ分析と初期値の違いを取り除くために行った共分散分析による解析の結果、DDGS の配合量が 1%増加する毎に、増体量が 0.30% 減少し、飼料効率が 0.43%減少することが示された（いずれも $p < 0.01$ ）。この原因の

1 つとしては、飼料設計の際に用いた DDGS のエネルギー価や可消化アミノ酸量が不正確であったことが考えられる。

次に、DDGS を配合した飼料に対する飼料用酵素添加効果に関する検討の結果、DDGS を配合した飼料にキシラナーゼあるいはキシラナーゼを含む複合酵素を添加すると、増体量が 7.41%および 7.27%改善された ($p < 0.05$)。このことは、DDGS を配合したブロイラー用飼料に対して、適切な量のキシラナーゼや、キシラナーゼと糖や配糖体のグリコシド結合を加水分解するカルボヒドラーゼやプロテアーゼを含む複合酵素を添加すると、DDGS が含んでいる多くの炭水化物をブロイラーの栄養源として利用できることを示している。なお、複合酵素やカクテル酵素に含まれていたフィターゼは、増体量、飼料摂取量および飼料効率に影響を及ぼさなかった。

