

飼料高騰下における 植物由来有効成分の再評価

株式会社イーダブルニュートリション・ジャパン 梅田浩二

はじめに

これまでにない飼料高騰は畜産業に非常に厳しい状況をもたらしています。特に家禽は生産コストのうちの飼料コストが約6割を占めこの影響を大きく受けているため、家禽業界および政府機関ともに国民への畜産物の安定供給のために各種対策が行われています。

機能性飼料原料メーカーであるイーダブルニュートリション（以下、EWN）は、コマーシャルブローラーの生産コスト削減を得るために飼料要求率（FCR）の改善を高める製剤の開発およびその製剤価格を抑えて安定供給する体制を構築しました。本稿では、植物由来有効成分を再評価して新たに製作した飼料に配合する製剤を紹介いたします。

再評価に基づく チモール主成分製剤

EWNは、植物由来有効成分が持

つ抗菌作用、抗酸化作用、抗炎症作用の三つの作用を高める組成製剤によって腸の健康を促進し生産性向上に寄与して、本製剤を低価格で大量かつ安定した製造供給体制により、家禽生産者の収益増加、畜産物の安定供給の一環に参加することを目的としています。加えて、これらの三つの作用により抗菌性飼料添加物の代替および腸管感染症の軽減効果による抗菌性物質の使用低減も重要な目的としています。

このため開発プロセスでは、はじめに安全性、効果、安定性、大量生産、価格面の要件を満たす特定された植物由来有効成分をスクリーニングしました。そこから候補成分の組み合わせによる抗菌作用および抗酸化作用の相乗効果が得られる組成を絞り込み、動物飼養試験による有効性および対費用効果を検証しました（図1）。これら評価試験の結果、チモールを主成分とした組成が最も高い有効性を示しました。チモールは、タイム（写真）から抽出されるモノテルペン誘導体で、飼料原料以外にヒト用の歯磨き剤、石鹸、外用薬な

どに防腐剤、殺菌剤としても用いられています。

チモールを主成分とした植物由来有効成分を飼料原料に適した製剤とするためにオイルコーティング処理にて顆粒として、有効成分の物理的安定性および腸内でのリリース機能を保持させました。

熱安定性の検証

本製剤は、欧州連合（EU）法令・規制に準拠した厳格な製品規格として、ペレット飼料加工および長期保存下において品質を保持するようオイルコーティング加工した顆粒になります。

セルビアのノヴィサド大学でブローラー飼料のペレット加工条件における熱安定性評価試験を実施しました。図2に示す通り90℃180秒のペレット加工においても、植物由来有効成分が84%保持されており、本製剤の熱安定性が検証されました。

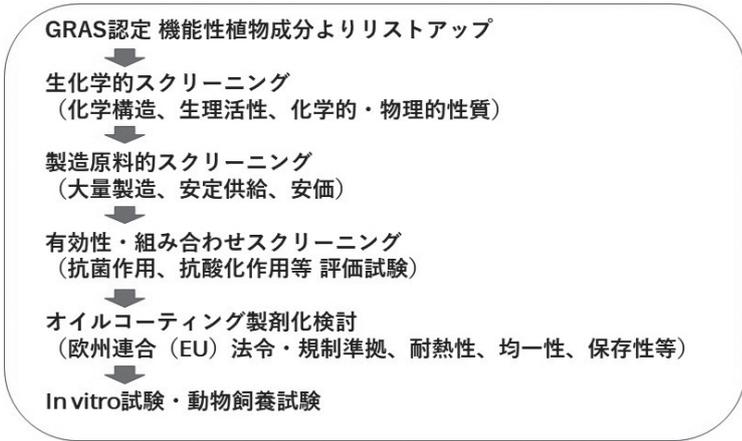


図1 開発プロセス

Generally Recognized As Safe:GRAS
アメリカ食品医薬品局 (FDA) より食品添加物に与えられる安全基準合格認定



写真 タイム (シソ科イブキジャコウソウ属)

タイム抽出物の主成分:チモール
タイムは高い抗菌作用により、古代から食物の防腐剤として使用されており、高い抗酸化・抗炎症作用も併せ持つ

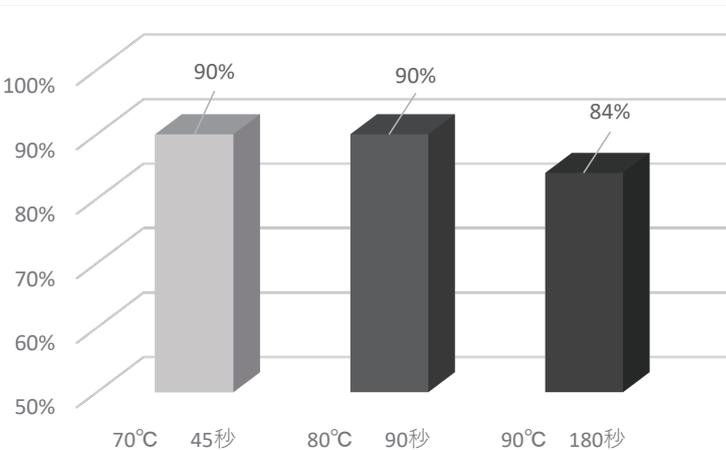
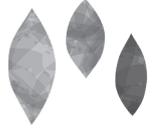


図2 ブロイラー用ペレット飼料加工熱安定性試験

実施機関:セルビア ノヴィサド大学
加工条件:70°C 45秒、80°C 90秒、90°C 180秒
定量方法:ガスクロマトグラフィー
ペレット加工前の定量値を100%として算出

抗菌作用の検証



本製剤の抗菌作用について、鶏下痢便から分離した大腸菌 (*E.coli*)、壊死性腸炎にて死亡した鶏より分離したクロストリジウム・パーフリンゲンス (*C.perfringens*) および鶏用

飼料添加物ラクトバチルスアシドフィルスAL-2 (*L. acidophilus*) の3菌種を用いて In vitro 試験にて検証しました。

E.coli に対する抗菌試験方法は、滅菌したペプトン水40 mLに本製剤を0.08 g (0.2%), 0.04 g (0.1%), 0.08 g (0.05%) を添加して、*E.coli* を 2×10^6 個 (2

00万個) 加えて37°Cで6時間培養しました。培養後DHL寒天培地を用いて培養液中の生菌数を測定しました。本製剤を添加していないコントロールでは、*E.coli* を加えたときの培養液1 mL当たりの生菌数 5×10^4 個/mLが6時間後には $1 \cdot 0 \times 10^9$ 個/mLまで増殖しました。これに対して、本製剤0.2%濃度の培養液

では、10個/mL以下の検出限界以下と殺菌効果が確認されました。また0.1%および0.05%濃度の培養液では濃度依存的に増殖遅延効果が確認されました。

C.perfringens に対する抗菌試験方法は、滅菌したGAMブイヨン培地を用いて同様に実施しました。培地に本製剤を0.2%、0.1%、

表1 チモール製剤の抗菌試験 培養後の液体培地中の生菌数 (CFU/mL)

チモール製剤 濃度	<i>E.coli</i>	<i>C.perfringens</i>	<i>L. acidophilus</i>
0%	1.0×10^9	8.1×10^8	3.9×10^8
0.05%	7.1×10^8	1.3×10^6	3.2×10^8
0.10%	3.7×10^8	3.6×10^4	1.5×10^8
0.20%	$< 1.0 \times 10^2$	$< 1.0 \times 10^2$	1.4×10^8

0・05%濃度を添加して、*C.perfringens*を 2×10^5 個加えて、CO₂ガスで置換して嫌気条件下で37℃・6時間培養しました。培養後CW基礎寒天培地を用いて培養液中の生菌数を測定した結果は、コントロールの8・1×10⁸個/mLに対して、本製剤0・2%濃度培養液では10個/mL以下、0・05%濃度培養液では1・3×10⁶個/mLと、濃度依存的に殺菌効果から増殖抑制効果が確認されました。

L. acidophilus

に対する抗菌試験方法は、滅菌したGAMブイヨン培地を用いて同様に実施しました。培地に本製剤を0・2%、0・1%、0・05%を添加して、*L. acidophilus*を 2×10^5 個加えて、CO₂ガスで置換して嫌気条件下で37℃・16時間培養しました。培養後MRS寒天培地を用いて培養液中の生菌数を測定しました。本製剤0・2%濃度においても*L. acidophilus*は $1 \cdot 4 \times 10^8$ 個/mLとコントロールと同等の増殖が確認されました。

表1に示す通り、*E.coli*と*C.perfringens*に対して高い抗菌作用を示しましたが、*L. acidophilus*は本製剤に対しての感受性が低いことが確認されました。本結果より、本製剤を家禽・家畜などに給与することで、健康な腸内菌叢を安定に保つ効果が期待されることが示唆されました。

抗炎症作用の検証

生体は病原体などの侵入に対して免疫防御システムが働き、各種免疫



腸管は免疫力の基本
～安心・安全は腸内から～

ベンターD
ventar D

株式会社イーダブルニュートリション・ジャパン

〒501-1101 岐阜市佐野839-7
Tel: 058-235-7303
Fax: 058-235-7505

<http://ew-nutrition.com/ja/>
<http://www.igy-research.com>

ew nutrition

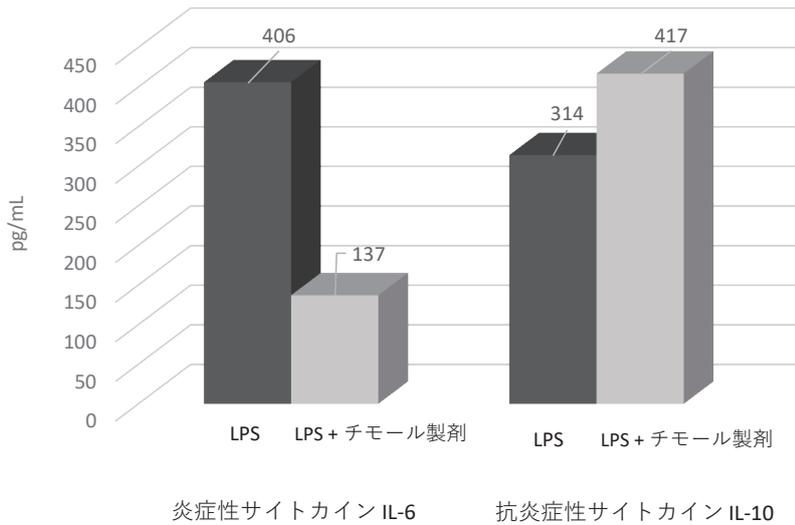


図3 LPS感作によるマウス由来株化細胞のサイトカイン産生濃度比較

細胞が連携して異物を排除し生体を守ります。この免疫細胞から産生されるサイトカインという物質は、細胞間での情報を伝達し、細胞を活性化または抑制する働きがあり、炎症性サイトカイン（炎症促進性）や抗炎症性サイトカインなどと分類されています。IL-1やIL-6、TNF

IL-1 α などの炎症性サイトカインは、生体の炎症（異物排除）を促し免疫反応を活性化させます。一方、IL-10や、TGF β などの抗炎症性サイトカインは、こうした免疫反応が過剰にならないよう炎症を抑制する作用があります。しかし、炎症性サイトカインと抗炎症性サイトカインのバランスが崩れ、炎症性サイトカインの分泌が過剰になると自らの生体に傷害を与えます。

本製剤の抗炎症作用について、エンドトキシンショックなど強い炎症を誘導するグラム陰性菌の細胞壁外膜の構成成分であるリポポリサッカライド（LPS）を用いて、マウス由来株化細胞を感ささせて炎症性サイトカインIL-6および抗炎症性サイトカインIL-10の産生量を比較する *In vitro* 試験にて検

証しました。LPS 0.5 μ g/mLの感作により、IL-6は406 pg/mL、IL-10は314 pg/mLを産生しました。それに対して、LPS 0.5 μ g/mLの感作と同時に本製剤200 ppmの濃度を添加したことにより、IL-6の産生は137 pg/mLと低下し、逆にIL-10は417 pg/mLと産生量が増加しました（図3）。

本製剤は、強い炎症誘導下において抗炎症性サイトカインの産生を促進して炎症性サイトカインの産生を抑制することで、過剰な炎症誘導を抑える抗炎症効果が期待されること が示唆されました。

コマーシャルブロイラーにおける飼養有効性の検証

（株）京都動物検査センター 三和農場（飼料添加物G.L.P.適合施設）にて、フロアペンによる飼養試験を実施していただきました。本試験では一般生産農場で飼育される鶏の腸内菌叢に近づける目的で、コマーシャルブロイラー出荷後の堆積ふんをフロアペンの床敷に散布後に初生雛を

経営に大きな差がつく「消毒・害虫駆除」改善マニュアル

好評 「クリーンな鶏舎」20のアイデア

よくわかる養鶏場の消毒と害虫・ネズミ駆除

養鶏場に魔法をかける 消毒と害虫・ネズミの最新講座 横関正直・山本喜康 共著

【養鶏場消毒のアイデア12】 【害虫駆除のアイデア5】 【ネズミ駆除のアイデア3】

↓ご注文はこちら A5判・240ページ カラー口絵4ページ 定価 3,080円(税込) 送料300円

TEL:03-3379-3741 FAX:03-3379-3787 〒151-0053 東京都渋谷区代々木3-26-2

注文E-mail: chuumon@nihon-chikusan.co.jp **日本畜産振興会**



	0日齢	10日齢	21日齢	42日齢
対照群	スターター クランブル飼料 サリノマイシン 50 ppm エンラマイシン 10 ppm		グロワー マッシュ飼料 サリノマイシン 50 ppm エンラマイシン 10 ppm	
試験群	スターター クランブル飼料 サリノマイシン 50 ppm エンラマイシン 10 ppm		グロワー マッシュ飼料 サリノマイシン 50 ppm エンラマイシン 10 ppm フィニッシャー 1 マッシュ飼料 チモール製剤 100 ppm	
	0日齢 MD,POXワクチン	7日齢 NB ワクチン飲水	14日齢 IBD ワクチン飲水	21日齢 IBD ワクチン飲水

図4 コマーシャルブロイラーにおける飼養試験デザイン

- 飼育環境：フロアベン方式 飼育面積 50羽/坪 ●飼育期間：0～42日齢 ●供試鶏：チャンキー（Ross308）
- 1ペン当たり羽数：20羽/ペン（雄10羽+雌10羽） ●群当たり反復数：6ペン/群

導入して、図4の給与プログラムおよび試験デザインで本製剤を評価しました。

0～21日齢期間は、抗菌性飼料添加物（サリノマイシンナトリウムとエンラマイシン）を添加した飼料で飼育した後、21～42日齢期間は抗菌性飼料添加物の無添加飼料としました。21日齢時より、試験群には本製剤100ppm配合飼料を給与して、対照群は本製剤配合なし飼料を給与しました。なお、抗菌性飼料添加物を添加した飼料および本製剤配合飼料の作製は、（一社）日本科学飼料協会科学飼料研究センターに依頼しました。供試鶏は、Ross308の雌雄を鑑別した初生（0日齢・餌付け開始日）を1ペン当たり雌10羽、雄10羽の計20羽として、平均体重が均一になるように1群120羽を6反復に割り付けして42日齢まで飼育観察しました。各ペンは飼育面積を概ね50羽/坪に調整し、家畜用ヒータによる加温を行い、飼料および飲水は自由摂取としました。鶏病予防ワクチン接種は、一般的なワクチネーションプログラムに基づき、初生

時（孵化場）にMDおよびPOXワクチンを接種し、7日齢時にNB生ワクチン、14および21日齢時にIBD生ワクチンを飲水でそれぞれ投与しました。体重測定はペンごとの総体重を測定し、飼料摂取量もペンごと測定しました。新鮮盲腸便中の大腸菌数測定は、各ペンより3つの新鮮盲腸便を採取してプールしたもの1検体とし、1群あたり6検体測定して平均値を求めました。

はじめに餌付けから21日齢時まで各ペンとも体重、飼料摂取量など同等に生育したことを確認し（表2）、本製剤の給与期間における比較を表3に示しました。42日齢時平均体重は、試験群2607.9g/羽、対照群2553.6g/羽で、21～42日齢期間の増体重として試験群が1745.3g/羽、対照群が1689.2g/羽と本製剤の給与による56g/羽の増体効果が確認されました。一方、同期間の1羽当たりの飼料摂取量では、試験群が対照群と比較して16.7g少なく済みました。よって、FCRは試験群1.66±0.05に対して対照群1.70±0

・03となり、本製剤の給与によりFCR0.04の改善が確認されました（図5）。統計学的には、各群6ペンのFCRにおける有意差（ $P < 0.05$ ）は認められないものの $P = 0.07$ となりました。

本試験の給与プログラムは、21日齢時にグロワー飼料からフィニッシャー1飼料への切り替えとともに、抗菌性飼料添加物の添加から無添加に変更しています。飼料の切り替えによる腸内菌叢の著しい変動が本試験でも再検証されました。対照群の21日齢時盲腸便1g当たりの大腸菌が $10^{7.12}$ 個であったのが、35日齢時では $10^{7.76}$ 個と有意な増加（ $P < 0.01$ ）が認められました。試験群では21日齢時 $10^{7.14}$ 個、35日齢時 $10^{7.35}$ 個と腸内菌叢の変動を抑制していることが確認されました（図6）。これらの結果より、腸内菌叢の著しい変動は栄養の吸収低下を招き鶏の成長にブレーキがかかることを示唆しています。これに対して、本製剤を給与することで腸内菌叢の急激な変動を抑制し、マイルドな菌叢移行をサポートすることで、健康な腸

表2 0～21日齢期間の成績

	試験群	対照群	群間差 (△ 試験群 - 対照群)
21日齢時体重 / 1羽 / g	862.6	864.4	▲ 1.8 g
増体重 / 1羽 / g	817.3	818.9	▲ 1.5 g
飼料摂取量 / 1羽 / g	1,187.6	1,178.6	9.0 g
FCR / Pen	1.45	1.44	0.01

表3 21～42日齢期間の成績

	試験群	対照群	群間差 (△ 試験群 - 対照群)
42日齢時体重 / 1羽 / g	2,607.9	2,553.6	54.3 g
増体重 / 1羽 / g	1,745.3	1,689.2	56.0 g
飼料摂取量 / 1羽 / g	2,828.2	2,844.9	▲ 16.7 g
FCR / Pen	1.66	1.70	▲ 0.04

機能を維持して鶏が持つ本来のパフォーマンスの発揮に寄与していると考えられます。

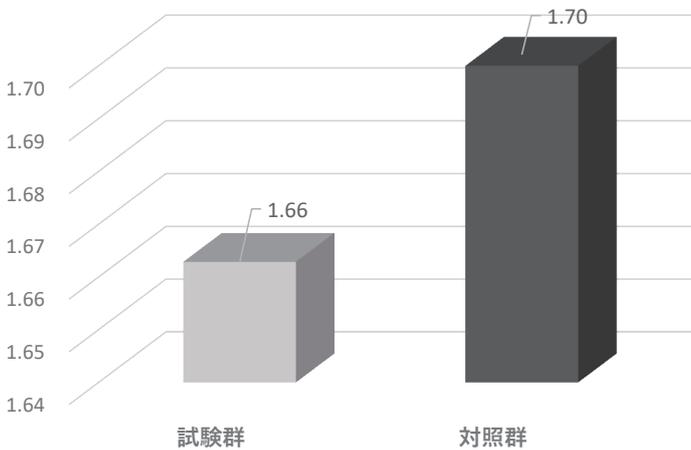


図5 21～42日齢期間のFCR

近年、異常気象による穀物不作や農業地域での天災などが世界各国で頻発しています。また、政治的国際情勢による物流・エネルギー問題も加



わり、食料・飼料ともに供給や価格が非常に不安定な状況が続いています。限られた資源を利用して畜産物を安定提供していく上で、家禽・家畜の健康をさらにサポートする飼養方法による生産性の向上および飼料消費量の軽減は今後も重視されると思われるかもしれません。加えて、飼料使

わりの、食料・飼料ともに供給や価格が非常に不安定な状況が続いています。限られた資源を利用して畜産物を安定提供していく上で、家禽・家畜の健康をさらにサポートする飼養方法による生産性の向上および飼料消費量の軽減は今後も重視されると思われるかもしれません。加えて、飼料使

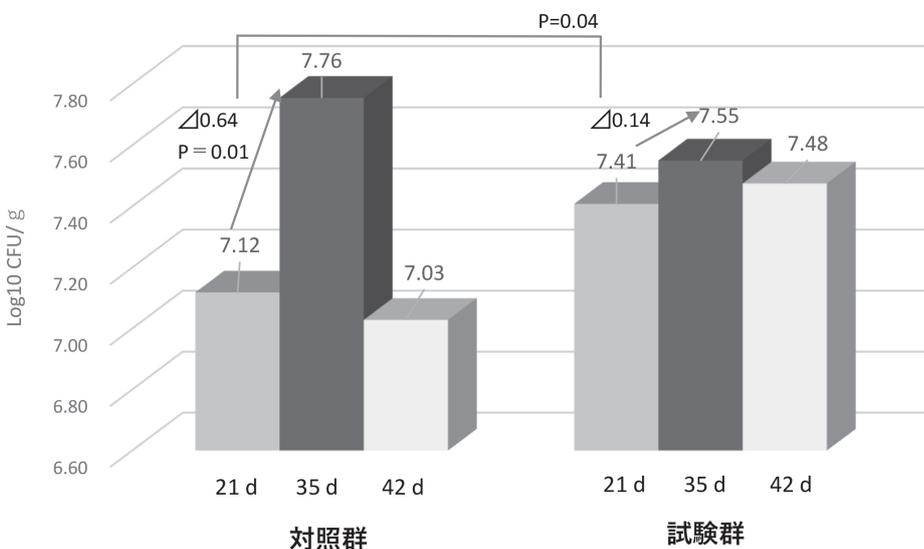


図6 21～42日齢時盲腸便中の大腸菌数推移

用量の削減はCO₂排出抑制にも繋がり環境保全の観点からも、植物由来有効成分など機能性素材を活用した飼料要求率の改善についても継続した取り組みが望まれています。

