

抗菌剤非依存型畜産のガイドライン

着香料及び酵素の有用性について

平成17年3月

財団法人畜産生物科学安全研究所

目 次

I. はじめに	1
II. 着香料及び酵素とは	2
1. 着香料	2
2. 酵素	2
III. わが国における着香料及び酵素の法的規制と指定状況	3
IV. 着香料及び酵素の有用性	5
1. 着香料の有用性	5
2. 酵素の有用性	5
V. 着香料及び酵素の有用性実証試験成績	7
1. ハーブ製品の <i>in vitro</i> での抗菌効果確認試験	7
2. ブロイラーを用いた試験	8
3. 子豚を用いた試験	10
VI. 着香料及び酵素の利用に当たっての考え方	13
1. 今回行った有用性実証試験から得られた知見	13
2. 着香料及び酵素の選択に当たって	14
3. 着香料及び酵素の使用に当たって	14
4. 着香料あるいは酵素の効果をより確実なものとするために	14
VII. 参考文献	16

I. はじめに

抗生物質を飼料に微量添加給与すると子豚や雛の成長が促進されることが 1950 年代に明らかになり、それ以来、成長促進の目的で抗生物質が世界中で広く使用されている。また、その使用により下痢等の発生が減少したとの声が生産現場には多数あり、その有用性は広く認知されている。

しかし、近年、抗生物質の使用が公衆衛生上の観点から規制されるようになり、EU では 2006 年には成長促進目的での使用は全面禁止となる予定である。わが国においては昭和 51 年に「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律」が施行され、飼料添加物の指定、その使用等が厳しく規制されてきたが、昨今、畜産食品についての安心安全を求める消費者のニーズや EU の動向を見ながら、飼料添加物の指定見直しの議論がなされている。このため、抗生物質に依存しないで健康な家畜を育てる畜産が求められている。

このような趨勢の中で、成長促進目的で使用される抗生物質の代替品として、有機酸、生菌剤、酵素剤等が着目され、これらを用いた抗菌剤非依存型畜産が模索されている。(財) 畜産生物科学安全研究所は、平成 15 年 3 月に、飼料添加物として利用される抗菌剤の代替となる有機酸及び生菌剤の効果及び安全性を確認し、「抗菌剤非依存型畜産のガイドライン」を作成した。

当研究所は、農林水産省の補助事業として、平成 15 年度から平成 16 年度にかけて、着香料及び酵素の有用性を確認するため抗菌剤非依存型畜産調査実証事業を実施した。本ガイドラインは、本事業成績を取りまとめたものである。

II. 着香料及び酵素とは

1. 着香料

着香料とは、食品や飼料に香りをつける物質で、人工着香料とハーブ等の天然着香料に分類される。ハーブは、薬草や香料とする植物の総称で、古来より、料理に香り、辛み等つけるため使用されており、防腐効果があることからミイラの保存にも利用されていた。代表的なハーブとしてオレガノ、ガーリック、クローブ、山椒、シナモン、唐辛子、バジル、ペッパー、ミント等が現在も食用に使用されている。

ハーブの成分には殺菌、防腐、抗酸化作用があるほか、辛みや苦みの刺激が胃腸の血流を促し、唾液や胃液の分泌を活発にしたり、免疫機能を高めたりするといわれている。これら効果は、人のみならず家畜においても認められ、飼料へのハーブやその抽出物の添加が、食欲増進、消化促進、免疫機能増進等の効果をもたらし、家畜の健康に寄与するとともに肉等の獣臭を少なくしたり、風味や日持ちを長持ちさせる効果もある。現在、わが国においては、飼料添加物として着香料1種が指定されているほか、飼料として多くのハーブ製品が流通している。

2. 酵素

酵素とは、生物の細胞内で合成され、生体内で行われる化学反応の触媒となる高分子化合物の総称である。代表的なものとして、でんぷん分解酵素であるアミラーゼ、繊維分解酵素であるセルラーゼ、タンパク質分解酵素であるプロテアーゼ、脂肪分解酵素であるリパーゼ等がある。

これらの酵素を家畜の飼料に添加すると、各飼料成分の消化が促進され、栄養成分の有効利用を助け、その結果家畜の成長を促す。また、腸管内での適切な消化により、有益菌が増加し、糞量や悪臭の低減化も期待できる。特に、麦類、トウモロコシ、大豆粕等を主体とする飼料を給与する場合には、酵素の添加が有用とされている。

Ⅲ. わが国における着香料及び酵素の法的規制と指定状況

飼料及び飼料添加物は、「飼料の安全性の確保及び品質の改善に関する法律（以下「飼安法」と略す。）」により規制されている。

飼安法では、飼料は栄養分の補給のためのものであると定義されており、特定の目的を謳うことはできないが、製造業者や輸入業者は、その安全性の確認が厳しく求められている。近年、わが国でのBSEの発生の問題を受け、輸入飼料については、原料の届出が必要となり、また、販売業者の届出も義務化され、監視・指導の徹底が図られることとなった。

一方、飼料添加物は、①飼料の品質の低下の防止、②飼料の栄養成分その他の有効成分の補給、③飼料が含有している栄養成分の有効な利用の促進の3種類が定められている。飼料添加物とは、これらの用途を目的として飼料に添加、混和、浸潤等により用いられるもので、農林水産大臣が農業資材審議会の意見を聴いて指定するものと定義されている。①の用途として、抗酸化剤、防かび剤、粘結剤、乳化剤、調整剤、②の用途として、アミノ酸、ビタミン、ミネラル、色素剤、③の用途として、合成抗菌剤、抗生物質、着香料、呈味料、酵素、生菌剤、その他が指定されている。また、疾病の診断、治療又は予防、動物の身体の構造又は機能に影響を及ぼすことを目的とする場合は、たとえ飼料添加物と同一の成分であっても医薬品となり、薬事法の規制を受けることとなる。なお、現在飼料添加物として指定されている着香料及び酵素の種類は次のとおりである。着香料は、昭和60年10月に、酵素は、平成2年3月にアミラーゼ等9種類、平成8年9月にフィターゼ、平成10年8月にキシラナーゼ及びβ-グルカナーゼが指定された。

飼料添加物として指定を受けるためには、その物の規格（例えば、製造方法、性状、安定性等）、効果を裏付ける試験成績、毒性や安全性を証明した試験成績等を提出しなければならない。特に毒性や安全性については、医薬品と同様の試験成績が求められている。例えば、毒性試験として、単回及び反復投与毒性試験の他、催奇形性や変異原性試験等の特殊毒性試験が求められ、安全性に関しては、吸収、分布、代謝、排泄等の生体内運命に関する試験、対象家畜を用いた飼養試験、植物毒性や魚毒性等の自然環境に及ぼす影響試験等が求められている。これらの試験成績は、農業資材審議会で慎重に審査され、農林水産大臣により飼料添加物として指定される。一旦指定されたものであっても、最新の科学的知見から見直しが常に行われるため指定を取り消されるものもある。

類 別	添加物の種類
着香料	着香料 (エステル類、エーテル類、ケトン類、脂肪酸類、脂肪族高級アルコール類、脂肪族高級アルデヒド類、脂肪族高級炭化水素類、テルペン系炭化水素類、フェノールエーテル類、フェノール類、芳香族アルコール類、芳香族アルデヒド類及びラクトン類のうち、1種類又は2種類以上を有効成分として含有し、着香の目的で使用するものをいう。)
酵素	アミラーゼ アルカリ性プロテアーゼ キシラナーゼ キシラナーゼ・ペクチナーゼ複合酵素 β-グルカナーゼ 酸性プロテアーゼ セルラーゼ セルラーゼ・プロテアーゼ・ペクチナーゼ複合酵素 中性プロテアーゼ フィターゼ ラクターゼ リパーゼ

飼料及び飼料添加物は、飼安法により、その製造・輸入、表示や販売について規制されると共に、飼料添加物ではそのものの成分規格を定め、その使用や保存方法についても詳細に規制している。

IV. 着香料及び酵素の有用性

飼料に添加した着香料あるいは酵素の影響については、多くの報告がなされているが、その有用性についての報告を以下に紹介する。

1. 着香料の有用性

(1) 鶏

ハーブ及びマッシュルームから抽出した多糖類の添加は、ブロイラーの増体量又は飼料効率を改善した⁷⁾。また、マイコプラズマに感染したブロイラーの増体量を改善し、乳酸菌等の有用菌を増加させ、大腸菌等を減少させる効果がある⁶⁾。

ハーブの抽出物は、コクシジウム感染ブロイラーの死亡率、血便、腸病変、オーシスト排泄量等を改善した¹⁹⁾。コクシジウム生ワクチンを投与したブロイラーに、ハーブ抽出多糖類添加飼料を給与した群では、コクシジウム生ワクチン単独群より増体量の増加、オーシスト排泄量の減少及び病変スコアの改善がみられた⁹⁾。また、コクシジウム感染ブロイラーにハーブ及びマッシュルームから抽出した多糖類を給与すると、コクシジウムに対する液性免疫及び細胞性免疫が増強する⁸⁾。

ハーブ及びスパイスの混合物を飼料に添加すると、平飼いのレイヤーの産卵率、卵重、産卵日量及び飼料要求率は改善された⁵⁾。

(2) 豚

ハーブの成長促進効果については、エキナセアの添加は、カルバドックス添加と同程度に増体量を改善したが、ガーリックあるいはセイヨウハッカの添加は飼育成績の改善効果はなかった¹²⁾。

なお、ハーブ類には抗菌活性もあり、レンサ球菌、カンジダ、コリネバクテリウム、シュードモナス、サルモネラ、大腸菌、リステリア等に対する効果が報告されている^{1),4)}。

2. 酵素の有用性

(1) 鶏

ブロイラーでは、キシラナーゼ添加により飼料効率及び消化率が改善された¹³⁾。また、キシラナーゼ及びβ-グルカナーゼの合剤の添加により、増体量及び飼料効率が改善された¹¹⁾。レイヤーでは、フィターゼの添加により産卵日量(1日1羽当たりの生産卵重)又は飼料効率が向上した¹⁰⁾。また、キシラナーゼ及びβ-グルカナーゼの

合剤の添加により、レイヤーの飼料効率が改善された¹⁵⁾。

これら酵素剤の添加による飼料効率等の改善メカニズムとして、雛の小腸の絨毛の長さ、幅及び表面積の増加及び抱合胆汁酸濃度の増加により、小腸の栄養素の吸収能力が高まるものと考えられている¹⁴⁾。また、フィターゼ添加がリンの利用率を改善するため、飼料中のリン水準を下げることができ、リンの排泄量を低減することができる¹⁸⁾。育成初期に制限給餌を行ったブロイラー雛にアミラーゼ及びプロテアーゼの合剤を添加すると、消化酵素が活性化され増体量が改善された¹⁶⁾。

(2) 豚

子豚の飼料へのフィターゼ添加は、増体量及び飼料効率を有意に改善した²⁾。穀類、大豆粕及びエンドウを主体とする豚用飼料への α -ガラクトシダーゼの添加は、仕上げ期の豚の増体量、飼料要求率及び消化率を改善した³⁾。また、子豚飼料へのフィターゼ添加は、リンの消化率を向上させ、リン排泄量を低減することができる¹⁷⁾。

V. 着香料及び酵素の有用性実証試験成績

抗菌剤に依存しないで健康な家畜を育てる畜産が求められていることから、着香料及び酵素が、抗菌剤の代替となり得るかを実証する試験を行った。まず、数種類のハーブ製品について、*in vitro*での抗菌効果を比較検討した。さらにそれらのハーブ製品のうち、*in vitro*での抗菌効果が高い3種類のハーブ製品について、ブロイラー及び子豚を用いた飼料添加による給与試験を実施した。また、ハーブ製品と酵素を併用した場合の有用性についても検討した。

1. ハーブ製品の *in vitro* での抗菌効果確認試験

12種類のハーブ製品の、4菌種（大腸菌：*Escherichia coli* NIHJ株、スタフィロコッカス：*Staphylococcus aureus* ATCC 6538P株、サルモネラ：*Salmonella* Typhimurium NAVL-5株、クロストリジウム：*Clostridium perfringens* NCTC 3227株）に対する抗菌効果を試験した。

各ハーブ製品に3~4倍量の滅菌蒸留水を加えて1時間振とう抽出した後、遠心分離してその上清を取り、これをハーブ抽出原液とした。滅菌済ペーパーディスク（直径10.0mm）にハーブ抽出原液の100µLを染み込ませた後、4菌種の菌液（約 10^7 CFU/mL）をそれぞれ塗布した寒天培地にのせて、37°Cで24~48時間培養した。その結果、にんにく粉末製品では、4菌種の全てに対して阻止円が認められ、抽出原液の3倍及び5倍希釈液でも、大腸菌とスタフィロコッカスに対しては阻止円が認められたことから、にんにく粉末製品は抗菌効果を有することが確認された。その他のハーブ製品では、いずれの菌に対しても阻止円は認められず、この方法では抗菌効果は明らかでなかった。

一方、菌液10mLにハーブ製品（1g）を直接混和して、37°Cで24時間感作し、これを平板培地に接種して培養（37°Cで24~48時間）し、コロニーを計数して菌数を算出した。表1に示すとおり、全てのハーブ製品で菌数の減少がみられ、特にオレガノ精油調製品、アニス・カシス・セロリ等複合ハーブ製品、竹酢液吸着製品及びにんにく粉末製品で顕著であった。抗菌剤のエンラマイシン（80µg/mLの用量で添加）でも菌数の減少がみられ、大豆粕では菌数に変化はみられていないことから、ハーブ製品でみられた菌数の減少は、抗菌効果によるものと考えられた。

表1 ハーブ製品の *in vitro* での抗菌効果

ハーブ製品等	培養後の菌数 (CFU/mL)			
	大腸菌	スタフィロコッカス	サルモネラ	クロストリジウム
オレガノ精油調製品	10 ¹	10 ⁰	10 ⁰	10 ⁴
甘草製品	10 ¹	10 ⁵	10 ²	10 ³
アニス・カシス・セロリ等 複合ハーブ製品トリ用	10 ¹	10 ⁰	10 ⁰	10 ³
アニス・カシス・セロリ等 複合ハーブ製品ブタ用	10 ¹	10 ³	10 ⁰	10 ³
竹酢液吸着製品	10 ⁰	10 ⁵	10 ⁰	10 ³
にんにく粉末製品	10 ⁰	10 ³	10 ³	10 ³
杉・桧・松粉碎製品	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁶
カテキン製品	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁶
くわ葉エキス製品	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁶
ブルーベリーエキス製品	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁶
ジンジャー製品	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁶
セイジエキス製品	10 ⁷	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁶
エンラマイシン	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	
大豆粕	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁸	

各菌種の感作時の菌数：大腸菌 (10⁷)、スタフィロコッカス (10⁸)、サルモネラ (10⁸)、
クロストリジウム (10⁶)

2. ブロイラーを用いた試験

(1) ハーブ製品の实証試験

ブロイラー用飼料に3種類のハーブ製品（にんにく粉末製品：0.3%、オレガノ精油調製品：0.02%及びアニス・カシス・セロリ等複合ハーブ製品：0.01%）をそれぞれ添加し、ブロイラーに初生から7週齢まで給与した場合の発育、飼料要求率及び安全性等に及ぼす影響を、ハーブ製品無添加群及び既指定の抗菌性物質製剤（以下「抗菌剤」と略す。）（エンラマイシン：10ppm）添加群と比較検討した。

供試羽数は、1試験につき各試験群とも100羽×3区の計300羽とし、試験は2回繰り返して実施した。

表2 ブロイラーにおけるハーブ製品の試験成績

試験群	増体量 (g/羽/日)	飼料要求率	育成率 (%)
無 添 加	48.7	1.77	97.8
抗 菌 剤	49.9	1.74	97.0
にんにく粉末製品	49.7	1.72	96.3
オレガノ精油調製品	49.5	1.73	97.2
複合ハーブ製品	49.4	1.71	97.5

表2に示すように、増体は、いずれのハーブ製品群も無添加群より良好であった。ハーブ製品群と抗菌剤群の比較では、抗菌剤群の増体が最も良好であったが、大きな差ではなかった。

飼料要求率は、すべてのハーブ製品群で改善された。抗菌剤群でも飼料要求率の改善がみられたが、ハーブ製品群がより良好であった。

安全性については、いずれの試験群とも一般状態及び剖検所見に異常は見られず、育成率にも差がなかった。

以上の成績から、ハーブ製品（にんにく粉末製品、オレガノ精油調製品及び複合ハーブ製品）は、ブロイラーの生産性の改善に有用で、抗菌剤（エンラマイシン）と同程度の改善効果を有するものと結論された。なお、酵素との併用試験に用いるハーブ製品として、最も飼料要求率が良好であった複合ハーブ製品を選定した。

（2）ハーブ製品と酵素の併用による実証試験

ブロイラー用飼料にハーブ製品（アニス・カシス・セロリ等複合ハーブ製品：0.01%）と酵素製品〔セルラーゼ製品（β-グルカナーゼ含量 50 FBG/g、ペクチナーゼ含量 5,000 PSU/g）：0.05%〕を併用して添加し、ブロイラーに初生から7週齢まで給与した場合の発育、飼料要求率及び安全性等に及ぼす影響を、無添加群及び既指定の抗菌剤（エンラマイシン：10ppm）添加群と比較検討した。

供試羽数は、1試験につき各試験群とも100羽×3区の計300羽とし、試験は2回繰り返して実施した。

表3 ブロイラーにおけるハーブ製品と酵素製品の試験成績

試験群	増体量 (g/羽/日)	飼料要求率	育成率 (%)
無 添 加	61.0	2.09 ^b	97.0
抗 菌 剤	62.9	2.01 ^a	96.5
ハーブ製品	62.6	2.02 ^a	96.7
酵素製品	62.2	2.03 ^a	96.5
ハーブ製品+酵素製品	62.7	2.02 ^a	95.2

異符号間で有意差あり(p≤0.05)

表3に示したように、増体は、ハーブ製品群、酵素製品群及びハーブ製品+酵素製品群のいずれも無添加群より良好で、ハーブ製品群、酵素製品群及びハーブ製品+酵素製品群間で差はみられなかった。抗菌剤群との比較では、いずれの試験群間にも差はみられなかった。

飼料要求率は、ハーブ製品群、酵素製品群及びハーブ製品+酵素製品群で明らかに改善され、これらの試験群間で差はみられなかった。抗菌剤群でも、飼料要求率の改善がみられたが、ハーブ製品群、酵素製品群及びハーブ製品+酵素製品群と差はみられなかった。

安全性については、いずれの試験群とも一般状態及び剖検所見に異常は見られず、育成率にも差がなかった。

以上の成績から、ハーブ製品（複合ハーブ製品）及び酵素製品（セルラーゼ製品）は、ブロイラーの生産性の改善に有用で、抗菌剤（エンラマイシン）とほぼ同程度の改善効果を有し、ハーブ製品と酵素製品の併用による悪影響もないものと結論された。なお、今回の実証試験では、ハーブ製品及び酵素製品をそれぞれ単体で用いた場合と併用した場合の有用性の相違については明らかにすることはできなかった。しかし、基礎となる飼料及び組み合わせるハーブ製品と酵素製品のそれぞれの特性を考慮して検討することにより、併用効果が期待される可能性はあると考えられる。

3. 子豚を用いた試験

(1) ハーブ製品の实証試験

離乳後の子豚に、3種類のハーブ製品（にんにく粉末製品：0.3%、オレガノ精油調製品：0.03%及びアニス・カシス・セロリ等複合ハーブ製品：0.01%）をそれぞれ添加したほ乳期用飼料（対象体重範囲：離乳～体重30kg）を8週間給与して、それらが子豚の発育、飼料要求率及び安全性等に及ぼす影響を、ハーブ製品無添加群及び既指定の抗菌剤添加群（硫酸コリスチン：40ppmとエフロトマイシン：16ppmの併用）と比較検討した。

供試頭数は、1試験につき各試験群とも6頭×3区の計18頭とし、試験は2回繰り返して実施した。

表4 子豚におけるハーブ製品の試験成績

試験群	増体量 (kg/頭/日)	飼料要求率	育成率 (%)
無 添 加	0.57 ^{ab}	1.97	100
抗 菌 剤	0.63 ^a	1.92	100
にんにく粉末製品	0.55 ^b	1.97	100
オレガノ精油調製品	0.60 ^{ab}	2.01	100
複合ハーブ製品	0.56 ^b	1.99	100

異符号間に有意差あり ($p \leq 0.05$)

表4に示すように、増体は、ハーブ製品のうちオレガノ精油調製品群が無添加群よりやや良好であったが、にんにく粉末製品群及び複合ハーブ製品群では、無添加群と差はみられなかった。抗菌剤群との比較では、抗菌剤群が最も良好で、オレガノ精油調製品群がこれとほぼ同等であった。

飼料要求率は、いずれのハーブ製品群も無添加群と差はみられなかった。抗菌剤群との比較では、有意な差ではないものの抗菌剤群が最も良好であった。

供試子豚の一般状態に、いずれの試験群とも異常は認められなかった。

以上の成績から、ハーブ製品では、飼料要求率を含めた場合の生産性の改善に対する有用性は明らかではないものの、一部のハーブ製品（オレガノ精油調製品）では、豚の発育の改善に有用であるものと考えられた。なお、酵素との併用試験に用いるハーブ製品として、オレガノ精油調製品を選定した。

(2) ハーブ製品と酵素の併用による実証試験

離乳後の子豚に、ハーブ製品（オレガノ精油調製品：0.03%）と酵素製品〔セルラーゼ製品（β-グルカナーゼ含量 50 FBG/g、ペクチナーゼ含量 5,000 PSU/g）：0.05%〕を併用して添加したほ乳期用飼料（対象体重範囲：離乳～体重30kg）を8週間給与して、それらが子豚の発育、飼料効率及び安全性等に及ぼす影響を、無添加群及び既指定の抗菌剤添加群（硫酸コリスチン：40ppm とエフロトマイシン：16ppm の併用）と比較検討した。

供試頭数は、1試験につき各試験群とも6頭×3区の計18頭とし、試験は2回繰り返して実施した。

表5 子豚におけるハーブ製品と酵素製品の試験成績

試験群	増体量 (kg/頭/日)	飼料要求率	育成率 (%)
無 添 加	0.64 ^{ab}	1.87	97.2
抗 菌 剤	0.69 ^a	1.88	97.2
ハーブ製品	0.65 ^{ab}	1.89	100
酵素製品	0.63 ^b	1.88	100
ハーブ製品+酵素製品	0.63 ^b	1.89	100

異符号間に有意差あり ($p \leq 0.05$)

表5に示すように、増体は、ハーブ製品群、酵素製品群及びハーブ製品+酵素製品群では、無添加群との間に差はみられなかった。抗菌剤群との比較では、抗菌剤群が最も良好であった。飼料要求率は、全ての試験群間で差はみられなかった。

供試子豚の一般状態に、いずれの試験群とも異常は認められなかった。

以上の成績から、ハーブ製品（オレガノ精油調製品）、酵素製品（セルラーゼ製品）及びこれらの併用による豚の生産性に対する有用性を確認することはできなかった。ハーブ製品と酵素製品の併用による悪影響は認められなかった。なお、この実証試験では、無添加群の発育も良好で、試験環境に生産性を低下させる要因が小さかったことが考えられ、抗菌剤群においても生産性の改善は明瞭でなかった。生産性を低下させる要因が大きい条件下では、異なった結果となった可能性がある。

VI. 着香料及び酵素の利用に当たっての考え方

着香料は、抗菌作用、食欲増進、消化促進、免疫機能増進等の効果を有し、飼料中に添加することにより家畜の増体の向上や飼料効率の改善に有用であると言われている。また、肉臭の減少や風味を賦与させる効果がある。一方、酵素は、飼料成分の消化促進効果を有し、飼料中に添加することにより、飼料中の栄養成分の利用を高め、家畜の成長を促すとされる。さらに、腸管内での適切な消化により、有益菌が増加し、糞量や悪臭の低減化も期待できる。

今回、ブロイラー及び子豚における着香料及び酵素についての有用性実証試験を実施したので、その成績や情報から着香料及び酵素の利用に当たっての一般的な注意事項等を取りまとめた。

1. 今回行った有用性実証試験から得られた知見

(1) ハーブ製品の抗菌効果

12種類のハーブ製品について、その抗菌効果を調べたところ、程度の差はみられるもののほとんどの製品が、細菌数を減少させることが確認され、抗菌効果が認められた。

(2) ブロイラー及び子豚における実証試験

① ブロイラー

ブロイラーに、3種類のハーブ製品（にんにく粉末製品：0.3%、オレガノ精油調製品：0.02%及びアニス・カシス・セロリ等複合ハーブ製品：0.01%）をそれぞれ添加した飼料を、初生から7週齢まで給与し、それらの生産性に及ぼす影響と安全性について試験した。また、ハーブ製品として複合ハーブ製品を選択し、これと酵素製品（セルラーゼ製品）を併用した場合の有用性について検討した。

② 子豚

離乳直後の子豚に、3種類のハーブ製品（にんにく粉末製品：0.3%、オレガノ精油調製品：0.03%及びアニス・カシス・セロリ等複合ハーブ製品：0.01%）をそれぞれ添加したほ乳期用飼料（対象体重範囲：離乳～体重30kg）を8週間給与して、それら生産性に及ぼす影響と安全性について試験した。また、ハーブ製品としてオレガノ精油調製品を選択し、これと酵素製品（セルラーゼ製品）を併用した場合の有用性について検討した。

③ 結果

ブロイラーでは、ハーブ製品の添加あるいは酵素製品との併用は、抗菌剤添加とほ

ば同等の増体の向上及び飼料要求率の改善効果が得られることが示された。子豚でも、一部のハーブ製品を添加した場合、増体の向上効果のあることが示された。ブロイラー及び子豚とも、ハーブ製品と酵素製品を併用した場合、それぞれ単体で添加したときよりも高い効果は得られなかったが、安全性には何ら問題はみられなかった。

2. 着香料及び酵素の選択に当たって

- ① 飼料添加物としての着香料あるいは酵素は、安全性、有効性等が審査されて農林水産大臣より指定されているので、指定されているものは安心して使用できる。飼料が含有している栄養成分の有効な利用の促進の目的で飼料添加物として指定されている着香料及び酵素のリストは、4ページに記載してある。
- ② 飼料としてのハーブ製品には多くの種類があり、着香料として栄養成分の有効な利用の促進以外に、肉臭の軽減、生産物への香りの賦与や排泄物の臭気の軽減等のそれぞれ期待される効果に特徴があるので、使用目的に適したものを選択する。
- ③ 酵素の効果は、給与される飼料の組成により影響を受けるため、これにあった酵素を選択する。

3. 着香料及び酵素の使用に当たって

- ① 飼料への推奨添加量を守る。
- ② 推奨する投与プログラムに従って使用する。
- ③ 保存性が悪いものもあるので有効期間内に使用する。特に、飼料に混合したものは早く使用する。

4. 着香料あるいは酵素の効果をより確実なものとするために

着香料及び酵素はブロイラーや豚の生産性の向上に有用であり、抗菌剤の代替として使用できる可能性がある。しかし、家畜を健康に育て、収益性を上げるための基本は、衛生的な飼養管理を徹底することであり、着香料や酵素を利用する場合においてもこの基本が前提となる。このためには、健康な素畜・安全な飼料を導入し、清潔で衛生的な作業環境で飼育管理し、特定の病原微生物を制御あるいは一定のレベルまで低下させる管理方法を採用することが重要である。より具体的には、

- ① 健康な家畜の導入
- ② 適切なプログラムでのワクチン投与
- ③ 畜舎環境の整備（畜舎・器具の清掃、消毒）
- ④ オールイン・オールアウトシステムの採用
- ⑤ 鼠族、昆虫、野鳥等の駆除や侵入防止

⑥ 部外者及び車輛等の立入制限

⑦ 飼料、飲水の衛生的管理

等に注意を払う。

このような衛生的な飼養管理を徹底することにより、抗菌剤の使用にたよることなく、着香料や酵素の特性により生産性の向上が期待できる。

今回得られた試験成績から、着香料の添加あるいは着香料と酵素の併用が抗菌剤添加の代替となりうることが示され、今後の畜産経営に役立つとともに消費者のニーズに答えられるものと期待される。

VII. 参考文献

- 1) Abaineh, D. and Sintayehu, A. 2001. Treatment trial of subclinical mastitis with the herb *Presicaria senegalense* (Polygonaceae). *Trop. Anim. Health Prod.* 33: 511-519.
- 2) Adeola, O. *et al.* 2004. The efficacy of an *Escherichia coli*-derived phytase preparation. *J. Anim. Sci.* 82: 2657-2666.
- 3) Baucells, F. *et al.* 2000. Effect of α -galactosidase supplementation of cereal-soya-bean-pea diets on the productive performances, digestibility and lower gut fermentation in growing and finishing pigs. *Animal Sci.* 71: 157-164.
- 4) Cutter, C. N. 2000. Antimicrobial effect of herb extracts against *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* Typhimurium associated with beef. *J. Food Prot.* 63: 601-607.
- 5) Damme, K. 2001. Phytogetic additives may improve egg production. *Feedstuffs* 73: 14-15 (Sep. 3).
- 6) Guo, F. C. *et al.* 2004. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on the cecal microbial ecosystem in broiler chickens. *Poult. Sci.* 83: 175-182.
- 7) Guo, F. C. *et al.* 2004. Effects of mushroom and herb polysaccharides, as alternatives for an antibiotic, on growth performance of broilers. *Br. Poult. Sci.* 45: 684-694.
- 8) Guo, F. C. *et al.* 2004. Effects of mushroom and herb polysaccharides on cellular and humoral immune responses of *Eimeria tenella*-infected chickens. *Poult. Sci.* 83: 1124-1132.
- 9) Guo, F. C. *et al.* 2005. Coccidiosis immunization: Effects of mushroom and herb polysaccharides on immune responses of chickens infected with *Eimeria tenella*. *Avian Dis.* 49: 70-73.
- 10) Jalal, M. A. and Scheideler, S. E. 2001. Effect of supplementation of two different sources of phytase on egg production parameters in laying hens and nutrient digestibility. *Poult Sci.* 80: 1463-1471.
- 11) Lazaro, R. *et al.* 2003. Influence of enzymes on performance and digestive parameters of broilers fed rye-based diets. *Poult Sci.* 82: 132-140.
- 12) Lundeen, T. 2001. Botanical use for nursery pigs compared to antibacterial use. *Feedstuffs* 73: 9 (Feb. 26).
- 13) Marron, L. *et al.* 2001. The Effect of adding xylanase, vitamin C and copper sulphate to wheat-based diets on broiler performance. *Br. Poult. Sci.* 42: 493-500.
- 14) Mathlouthi, N. *et al.* 2002. Xylanase and β -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler

- chickens fed a rye-based diet. *J. Anim. Sci.* 80: 2773-2779.
- ¹⁵⁾ Mathlouthi, N. *et al.* 2003. Effect of enzyme preparation containing xylanase and β -glucanase on performance of laying hens fed wheat/barley- or maize/soybean meal-based diets. *Br. Poult. Sci.* 44: 60-66.
- ¹⁶⁾ Pinheiro, D. F. *et al.* 2004. Effect of early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. *Poult. Sci.* 83: 1544-1550.
- ¹⁷⁾ Sands, J. S. *et al.* 2001. Phosphorus bioavailability, growth performance, and nutrient balance in pigs fed high available phosphorus corn and phytase. *J. Anim. Sci.* 79: 2134-2142.
- ¹⁸⁾ Yan, F. *et al.* 2003. Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation. *Poult. Sci.* 82: 294-300.
- ¹⁹⁾ Youn, H.G. and Noh, J.W. 2001. Screening of the anticoccidial effects of herb extracts against *Eimeria tenella*. *Vet. Parasitol.* 96: 257-263.