

タイロシン,オラキンドックスと銅の添加が離乳子豚の増体,組織ミネラル,腸内細菌に及ぼす影響

誌名	畜産試験場研究報告 = Bulletin of the National Institute of Animal Industry
ISSN	0077488X
著者	浜田, 龍夫 前田, 昭二 中山, 恵美子 甫立, 京子 鎌田, 八郎 神部, 昌行 新林, 恒一 柏崎, 守
巻/号	47号
掲載ページ	p. 59-65
発行年月	1988年3月

タイロシン、オラキンドックスと銅の添加が離乳子豚の 増体、組織ミネラル、腸内細菌に及ぼす影響

浜田龍夫・前田昭二・中山恵美子・甫立京子・鎌田八郎・
神部昌行*・新林恒一*・柏崎 守*

要 旨

離乳子豚飼料への抗菌性物質（リン酸タイロシン 88 ppm とオラキンドックス 50 ppm）と硫酸銅（銅 200 ppm）の添加効果を検討した。試験 5 と 6 では 2×2 の要因分析法に基づき、抗菌性物質と銅の添加の有無を組合せた 4 区に 24 頭の子豚を割りふり、6 週間の自由採食試験の後屠殺した。平均 1 日増体重は銅添加と無添加群でそれぞれ 0.48 と 0.46 kg と変わらなかったが、抗菌性物質添加と無添加群でそれぞれ 0.51 と 0.43 kg と有意差を示した。また、抗菌性物質添加群は無添加群より有意に高い糞の乾物率を示した。銅添加の有無で血漿銅含量は変らなかったが、銅添加群の肝臓銅含量が著しく増加する傾向を示した。試験 7 では銅無添加で抗菌性物質を添加と無添加にした 2 区に 6 頭の子豚を割りふり、6 週間の飼養試験を行い、採食後の消化管内微生物数を計測した。抗菌性物質添加群は無添加群より有意に高い充填赤血球量を示した。また、添加群の血漿必須アミノ酸の非必須アミノ酸に対する比は無添加群より高くなる傾向を示した。添加群の十二指腸内容物の乳酸菌は 10^8 、大腸菌は 10^{10} のオーダーで無添加群より高くなる傾向を示したが、盲腸、直腸の菌数には差がみられなかった。抗菌性物質の添加は下痢軟便の発生の防止、鉄の吸収の増加、アミノ酸の吸収の増加、十二指腸内の大腸菌に対する乳酸菌数の増加などによって増体率の改善に寄与するとみられた。また、ここで用いた抗菌性物質と銅は増体に対する付加的効果を示さなかった。

緒 言

わが国では 4 ヶ月齢ぐらまでの子豚飼料に対して認可された抗菌性物質を添加することが許可されている。リン酸タイロシン（以下「タイロシン」）はタイの土壌から分離された *Streptomyces fradiae* によってつくられるグラム陽性菌に効果のある抗生物質である。オラキ

ンドックスは西独バイエル社で開発されたグラム陰性菌に殺菌力をもつ合成殺菌剤である。既報¹⁾の試験 1 と 2 ではこれらの抗菌性物質を添加しないで、硫酸銅を銅として 200 ppm 添加した場合、子豚の増体を若干改善した。既報²⁾の試験 3 と 4 でタイロシン 88 ppm とオラキンドックス 50 ppm を添加した場合に、全体に試験 1 と 2 より増体率を高めたが、銅の添加効果は認められなくなった。

抗菌性物質と銅の子豚の成長への付加的効果について、STAHLY ら³⁾はクロールテトラサイクリンとバージニアマイシンは増体や飼料効率の改善に対して銅と付加的効果を有することを報告しているのに対し、HAGEN ら⁴⁾はカルバドックスと銅は付加的効果をもたないことを報告し、PATTERSON⁵⁾もオラキンドックスと銅は付加的効果をもたないことを報告している。

本報告は前報告^{1,2)}にひき続いて実施した試験 5、6 で子豚飼料にタイロシン 88 ppm とオラキンドックス 50 ppm の同時添加と銅 200 ppm の添加が子豚の増体に対して付加的効果を有するかどうか検討し、さらに試験 5、6 では銅の添加が血漿や体組織のミネラル含量に及ぼす影響と、試験 7 では抗菌性物質の添加が充填赤血球量 (PCV)、血漿遊離アミノ酸濃度、消化管内容物の細菌数に及ぼす影響を検討したものである。

実験材料および方法

試験 5 は 4～5 月、試験 6 は 10～11 月、試験 7 は 3～5 月にかけて実施した。供試子豚の品種はランドレース、ヨークシャとそれらの雑種がいろいろ混ったもので、雌雄同数であった。試験 5、6、7 の離乳日齢はそれぞれ 35、31、29 日で、直ちに 1 区 3 頭を 1.8×2.6 m の豚房内に収容して 6 週間の自由採食試験を行った。水は自由飲水させた。基礎飼料の配合割合は既報^{1,2)}と同一で、小麦粉 34.4 と脱脂粉乳 40.0% を含有し、亜鉛 70 ppm と鉄 100 ppm を硫酸塩として添加し、さらにビタミン E を 60 ppm 添加したものである。試験 7 の基礎飼料には、DL-メチオニン 400 ppm も添加した。試験 5 と 6

昭和 62 年 11 月 9 日受付

* 農林水産省家畜衛生試験場

では2×2の要因配置法に基づき、抗菌性物質(リン酸タイロシン 88 ppm とオラキンドックス 50 ppm)の添加と無添加, 硫酸銅(銅として 200 ppm)の添加と無添加を組合わせた4区とした。実験7では銅無添加で抗菌性物質の添加と無添加の2区とした。

各試験において1週間毎に体重と飼料摂取量を測定し、糞のサンプルを採取し、糞は60°Cで24時間乾燥し、風乾物率を求めた。試験5と6では半日絶食させて屠殺し、組織サンプルをミネラル分析用に採取した。ミネラルは湿式灰化後原子吸光法で測定した。試験5~7の血液サンプルは頸部血管からヘパリン含有試験管に採取した。PCVはヘマトクリット法、血漿遊離アミノ酸濃度は既報⁹⁾の方法で分析した。試験7では試験終了時の朝1区に2kgの飼料を給与してから約1時間後に屠殺し、十二指腸、盲腸、直腸の内容物を滅菌済シャーレに採取し、総菌数は血液寒天(嫌気性)、乳酸菌は変法LBS、大腸菌はMacCONKEY、連鎖球菌はTATACの各培地を用いて培養した時にできるコロニー数として、内容物1gあたりの菌数に換算した。

結果と考察

表1に試験5と6を合せた4試験区の初体重と1日増体量を示す。これら間には有意差がみられなかったが、銅添加の有無と抗菌性物質添加の有無について1日増体量を比較すると、銅添加と無添加では0.48と0.46 kgとほとんど差がみられなかったが、抗菌性物質添加と無添加では0.51と0.43 kgとなり、抗菌性物質の添加により有意に高い増体量が得られた。また、表1の4区の1日増体量から、抗菌性物質無添加時には銅の添加が若干増体量の改善効果を有したが、抗菌性物質添加時には銅の添加が逆にマイナス効果をもつ傾向を示し、抗菌性物質と銅は本実験条件で付加的効果を示さなかった。

表2に試験5と6で毎週サンプルとして採取した糞の風乾物率を示す。抗菌性物質添加区は無添加区に比べて有意に高い糞の風乾物率を示した。これは抗菌性物質の添加で下痢軟便の発生率が減少したことを示す。試験期間の飼料摂取量を増体量で除した飼料要求率は各区とも1.6~1.7程度であった。

Table 1. Daily gains of pigs during 6 week-experimental period in Experiment 5 and 6 (mean±SD)

Supplemental level			Number of animals used	Initial body wt	Daily gain
Cu	Tylosin	Olaquinox			
ppm	ppm	ppm		kg	kg/day
0	0	0	6	7.8±2.9	0.40±0.12
0	88	50	6	7.5±1.8	0.53±0.11
200	0	0	6	7.9±3.2	0.46±0.11
200	88	50	6	7.8±2.8	0.49±0.11

Average daily gains of Cu-supplemented and Cu-unsupplemented pigs (N=12) were 0.48 and 0.46 kg, respectively.

Average daily gains of antibacterials-supplemented and antibacterials-unsupplemented pigs (N=12) were 0.51 and 0.43 kg, respectively (P<0.05).

Table 2. Air-dry matter percentages of feces in Experiment 5 and 6 (mean of 6 consecutively-taken weekly samples (N=6×2) and SD)

Supplemental level			Air-dry matter of feces
Cu	Tylosin	Olaquinox	
ppm	ppm	ppm	%
0	0	0	23.2±2.1 ^a
0	88	50	31.6±2.9 ^b
200	0	0	25.1±4.8 ^a
200	88	50	32.9±3.1 ^b

There was a significant difference between the values denoted by a and b (P<0.01).

Table 3. Plasma copper contents of pigs at the 6th week of Experiment 5 and 6 (mean±SD)

Supplemental level			Number of animals used	Plasma copper contents
Cu	Tylosin	Olaquinox		
ppm	ppm	ppm		μg/ml
0	0	0	6	1.41±0.29
0	88	50	6	1.60±0.32
200	0	0	6	1.65±0.28
200	88	50	6	1.58±0.16

表3には試験5と6の末期の血漿銅含量を示す。各区间に差がみられなかった。

表4には試験5と6の屠殺時体重と臓器の体重比を示す。これは各臓器全体に含まれる銅量の計算のために必要なデータである。

表5には試験5と6の組織乾物中の銅含量,脚注には組織乾物率を示す。肝臓銅含量は銅添加区で著しく高くなる傾向を示した。腎臓皮質の銅量も銅添加区で若干高くなる傾向を示したが,心臓,脾臓,筋肉の銅含量は銅添加の影響を受けなかった。

表6には体重100kgの豚の肝臓,腎臓,心臓,脾臓,筋肉に含まれる総銅量が処理によってどのように変わるかを表4と5から推定した結果を示す。銅添加区ではとくに肝臓内に銅が蓄積することが分る。

表7には試験5と6の組織乾物中のカリウム,ナトリウム,マグネシウム,亜鉛,鉄,マンガン含量を示す。とくに興味のあることは抗菌性物質添加区の肝臓鉄含量が平均164ppmで,無添加区の平均132ppmより高くなっており,この傾向は脾臓を除く他のすべての組織でみられた。

Table 4. Body weights and relative organ weights of pigs at the slaughter in Experiment 5 and 6 (mean of 6 animals and SD)

Supplemental level			Body wt*	Liver wt	Kidneys wt	Heart wt	Spleen wt
Cu	Tylosin	Olaquinox					
ppm	ppm	ppm	kg	% of body wt			
0	0	0	24±8	2.69±0.33	0.47±0.04	0.43±0.03	0.18±0.01
0	88	50	29±6	2.51±0.32	0.48±0.03	0.41±0.04	0.17±0.03
200	0	0	26±8	2.66±0.28	0.47±0.05	0.42±0.03	0.15±0.02
200	88	50	28±7	2.56±0.32	0.45±0.05	0.42±0.05	0.18±0.07

* Body wt after fasting of half a day.

Table 5. Tissue copper contents expressed as dry tissue basis in Experiment 5 and 6 (mean of 6 animals and SD)*

Supplemental level			Liver	Kidney cortex	Heart	Spleen	Muscle**
Cu	Tylosin	Olaquinox					
ppm	ppm	ppm	μg/g dry tissue				
0	0	0	22±6	21±3 ^a	16±2	3.5±0.2	3.0±0.6
0	88	50	19±5	21±5 ^a	17±1	3.3±0.4	3.0±0.3
200	0	0	98±108	32±9 ^b	16±0.9	3.5±0.4	2.9±0.5
200	88	50	82±91	24±2	16±1	3.8±0.8	3.3±1.3

* Dry matter percentages of the liver, kidney cortex, heart, spleen and muscle were 27.9±0.8, 21.1±0.1, 21.2±0.7, 22.5±0.2 and 26.1±0.6%, respectively.

** M. biceps femoris.

*** There was a significant difference between the values denoted by a and b (P<0.05).

Table 6. Estimation of total copper contents of organs and tissue of pigs whose body weights are assumed to be 100 kg as affected by dietary copper, Tylosin and Olaquinox levels

Supplemental level			Liver	Kidneys	Heart	Spleen	Muscles*
Cu	Tylosin	Olaquinox					
ppm	ppm	ppm	mg	mg	mg	mg	mg
0	0	0	18	2.1	1.4	0.15	32
0	88	50	14	2.1	1.5	0.13	32
200	0	0	69	3.1	1.4	0.12	30
200	88	50	56	2.4	1.4	0.16	35

* Total muscle content in the body was assumed to be 41.9% of body weight.

Table 7. Tissue mineral contents expressed as dry tissue basis in Experiment 5 and 6 (mean of 6 animals and SD)

Supplemental Cu level	{0ppm	{0ppm	{200ppm	{200ppm
Supplemental Tylosin level	{0ppm	{88ppm	{0ppm	{88ppm
Supplemental Olaquinox level	{0ppm	{50ppm	{0ppm	{50ppm
Liver				
K (mg/g)	11.6± 1.5	11.7± 1.1	10.6± 1.5	10.2± 2.2
Na (mg/g)	3.5± 0.7	3.3± 0.3 ^a	4.1± 1.1	3.8± 0.3 ^b
Mg (μg/g)	611 ± 95 ^a	634 ± 75	639 ± 48 ^a	745 ± 99 ^b
Zn (μg/g)	147 ± 58	196 ± 57	190 ± 39	207 ± 56
Fe (μg/g)	142 ± 40	154 ± 58	121 ± 12 ^a	173 ± 22 ^b
Mn (μg/g)	10.1± 3.2	10.3± 3.1	11.0± 1.7	11.0± 0.6
Kidney cortex				
K (mg/g)	13.6± 1.1	12.9± 1.6	12.9± 2.4	11.1± 3.3
Na (mg/g)	6.7± 0.8	7.4± 1.0	6.9± 0.9	7.4± 1.3
Mg (μg/g)	797 ± 109	816 ± 113	796 ± 94	872 ± 122
Zn (μg/g)	81 ± 9 ^a	99 ± 12 ^b	103 ± 12 ^b	103 ± 10 ^b
Fe (μg/g)	151 ± 31	138 ± 50	127 ± 55	184 ± 52
Mn (μg/g)	6.2± 0.5	6.3± 0.9	6.6± 0.5	6.9± 0.7
Heart				
K (mg/g)	16.6± 1.4	16.9± 2.0	15.9± 2.4	16.7± 2.8
Na (mg/g)	5.1± 0.3	4.9± 0.2	4.7± 0.4	5.3± 0.8
Mg (μg/g)	927 ± 144	912 ± 121	913 ± 103	1028 ± 134
Zn (μg/g)	62 ± 6	69 ± 11	66 ± 13	74 ± 15
Fe (μg/g)	160 ± 32	173 ± 19 ^a	133 ± 20 ^b	185 ± 58
Mn (μg/g)	1.3± 0.2	1.3± 0.3	1.3± 0.3	1.6± 0.4
Spleen				
K (mg/g)	18.9± 1.1	17.3± 2.6	19.5± 1.4	19.8± 4.4
Na (mg/g)	3.6± 0.3	3.5± 0.5	3.6± 0.4	3.9± 0.7
Mg (μg/g)	878 ± 115	903 ± 102	936 ± 161	998 ± 175
Zn (μg/g)	93 ± 5	97 ± 5	100 ± 12	98 ± 21
Fe (μg/g)	313 ± 59	287 ± 63	300 ± 78	263 ± 70
Mn (μg/g)	0.9± 0.1	0.9± 0.1	0.8± 0.1	0.8± 0.2
Muscle				
K (mg/g)	17.2± 0.7	16.6± 0.6	18.3± 3.4	19.9± 3.7
Na (mg/g)	1.9± 0.2	2.0± 0.2	2.1± 0.5	2.2± 0.4
Mg (μg/g)	1008 ± 165	1034 ± 149	1110 ± 138	1220 ± 270
Zn (μg/g)	63 ± 6	62 ± 8	67 ± 17	76 ± 22
Fe (μg/g)	36 ± 12	33 ± 9	26 ± 5	40 ± 18
Mn (μg/g)	0.6± 0.1	0.6± 0.2	0.5± 0.2	0.6± 0.3

There was a significant difference between the values denoted by a and b ($P < 0.05$).

表8には試験7の5, 6週目のPCVを示す。抗菌性物質添加区のPCVは無添加区より有意に高くなった。表7の結果とともに推察すると, 抗菌性物質の添加が消化管からの鉄の吸収の促進に寄与することを示唆した。

表9には試験7の血漿遊離アミノ酸濃度を示す。個々のアミノ酸では抗菌性物質の添加区と無添加区で有意差

を示さなかったが, 抗菌性物質添加区では無添加区より必須アミノ酸濃度が高く, 非必須アミノ酸濃度が低くなる傾向を示した。試験7の抗菌性物質添加区と無添加区の平均1日増体量はそれぞれ0.58と0.54kgとなり, 抗菌性物質添加区が若干高い増体率を示した。これは抗菌性物質添加区のアミノ酸パターンがより蛋白合成に適し

Table 8. Packed cell volume in Experiment 7 (mean of 3 animals and SD)

Supplemental level		Packed cell volume (%)	
Tylosin	Olaquinox	5th week	6th week
ppm 0	ppm 0	30.3 ± 1.5 ^a	31.2 ± 2.8 ^a
88	50	37.3 ± 0.6 ^b	36.5 ± 0.5 ^b

There was a significant difference between the values denoted by a and b (P<0.05).

ている事実と矛盾しない。抗菌性物質の添加は消化管からのアミノ酸の吸収利用にも改善効果をもつことを示唆した。

表10には試験7で消化管内容物中の細菌数を測定した結果を示す。抗菌性物質添加区と無添加区で有意差を示したのは直腸の総菌数だけであった。また、同一処理内の部位間では、抗生物質無添加区の十二指腸内容物の総菌数、乳酸菌数、大腸菌数、連鎖球菌数が盲腸や直腸内容物の菌数より有意に低い値を示した。十二指腸内容物のみ抗菌性物質添加区と無添加区が菌数に著しい差がみられ、添加区は乳酸菌で10⁸、大腸菌で10⁷のオーダーでより多い菌数を示した。したがって、十二指腸内の乳酸菌と大腸菌の比は添加区が676：1に対し、無添加区は34：1となり、抗菌性物質の添加は小腸上部の乳酸菌数の相対的な増加に寄与することを示唆した。何故抗菌性

Table 9. Plasma free amino acid contents (μmol/dl) in Experiment 7 (mean of 3 animals and SD)

Tylosin Olaquinox	0 0	88 50
Aspartic acid	1.85 ± 0.13	1.38 ± 0.31
Threonine	28.99 ± 5.94	32.28 ± 4.52
Serine	15.80 ± 2.91	18.26 ± 2.52
Glutamic acid	19.45 ± 6.62	13.42 ± 3.36
Glutamine	71.97 ± 6.84	64.82 ± 5.67
Glycine	85.80 ± 9.39	85.79 ± 8.33
Alanine	59.89 ± 7.81	52.59 ± 7.92
Proline	58.76 ± 5.54	58.32 ± 7.48
Valine	46.54 ± 3.84	49.96 ± 6.67
Cystine	3.36 ± 0.29	3.08 ± 0.32
Methionine	11.93 ± 1.20	11.84 ± 1.26
Isoleucine	18.18 ± 1.86	19.09 ± 2.95
Leucine	29.10 ± 2.40	30.22 ± 4.43
Tyrosine	19.69 ± 1.95	20.69 ± 1.86
Phenylalanine	13.44 ± 1.55	14.45 ± 1.97
Ornithine	10.33 ± 1.56	12.23 ± 2.09
Lysine	33.75 ± 4.57	36.23 ± 2.85
Histidine	13.35 ± 0.79	13.92 ± 2.22
Arginine	18.98 ± 2.44	19.24 ± 0.84
Hydroxyproline	10.71 ± 1.08	11.49 ± 0.89
Asparagine	11.86 ± 1.71	11.74 ± 1.09
Citrulline	5.18 ± 1.96	7.51 ± 2.40
Essential AA (E)	218.3 ± 16.7	231.8 ± 27.3
Non-essential AA (NE)	370.6 ± 35.4	356.8 ± 35.1
E/NE	0.59 ± 0.06	0.65 ± 0.02

Table 10. Bacterial counts of duodenum, cecum and rectum contents in Experiment 7 (mean of 3 animals and SD)

Supplemental level		Bacterial counts of contents (/g)		
Tylosin	Olaquinox	Duodenum	Cecum	Rectum
ppm	ppm	Total viable bacteria (Blood agar)*		
0	0	3.1 × 10 ⁶ ± 4.0 × 10 ^{6a}	7.1 × 10 ⁸ ± 4.2 × 10 ^{8b}	3.3 × 10 ⁹ ± 7.1 × 10 ^{7c,d}
88	50	4.0 × 10 ⁹ ± 6.9 × 10 ⁹	3.2 × 10 ¹⁰ ± 5.5 × 10 ¹⁰	1.1 × 10 ⁹ ± 3.9 × 10 ^{8e}
Lactobacillus (modified LBS)				
0	0	2.5 × 10 ⁶ ± 3.4 × 10 ^{6a}	4.3 × 10 ⁸ ± 3.4 × 10 ^{8b}	1.7 × 10 ⁹ ± 6.9 × 10 ^{8e}
88	50	2.3 × 10 ⁹ ± 3.9 × 10 ⁹	2.4 × 10 ⁸ ± 3.3 × 10 ⁸	9.2 × 10 ⁸ ± 5.7 × 10 ⁸
Enterobacteriaceae (MACCONKEY)				
0	0	7.3 × 10 ⁴ ± 5.5 × 10 ^{4a}	2.5 × 10 ⁷ ± 1.4 × 10 ^{7b}	2.3 × 10 ⁸ ± 1.8 × 10 ^{8b}
88	50	3.4 × 10 ⁶ ± 4.3 × 10 ⁶	9.4 × 10 ⁶ ± 1.5 × 10 ⁷	2.5 × 10 ⁷ ± 3.0 × 10 ⁷
Streptococcus (TATC)				
0	0	1.4 × 10 ⁵ ± 8.5 × 10 ^{4a}	1.1 × 10 ⁸ ± 7.0 × 10 ^{7b}	7.7 × 10 ⁸ ± 5.6 × 10 ^{8b}
88	50	1.7 × 10 ⁵ ± 2.0 × 10 ⁵	1.8 × 10 ⁷ ± 1.9 × 10 ⁷	6.7 × 10 ⁷ ± 4.2 × 10 ⁷

* medium used for counting bacteria

There were significant differences in log bacterial count denoted by a, b and c (P<0.05) in the same treatment.

There was a significant difference in log bacterial count denoted by d and e (P<0.05) between different treatments.

物質の添加が小腸上部でのみ細菌数を増加させたかは不明であるが、抗菌性物質が有害とみられる大腸菌より有用とみられる乳酸菌をより多く増殖させることは、腸内菌相をより安定化させ、消化生理にプラス効果をもたらすのに寄与するとみられる。

これまでタイロシン単独投与により子豚の増体率と飼料効率が改善みれることが報告されている⁷⁾。また、オラキンドックスも単独投与で同様な効果が報告されている⁸⁾。本報告のように両者を同時投与すればさらに強い効果が期待される。しかし、世界各国では、抗菌性物質の家畜飼料への添加が規制される方向に進んでいる。銅の添加も規制される方向にあり、わが国でもほ乳期子豚

への銅添加の上限を 125 ppm に自主規制するように要望されている。もし子豚飼料にタイロシンとオラキンドックスを添加する場合は、もはや銅の添加を必要としないことが本報告から明らかである。既報¹⁾もこれと同一の結果を示唆している。現状では抗菌性物質の子豚飼料への添加は下痢の子防や増体率の改善のため必要とされるが、抗菌性物質の作用機構には不明な点が多い。本報告では抗菌性物質が小腸上部の微生物相や、鉄やアミノ酸の吸収にプラス効果を発揮することを示唆した。今後、銅の作用機構についてもさらに検討することが必要である。

引用文献

- 1) 浜田龍夫・前田昭二・甫立京子・中山恵美子・神部昌行：銅とビタミン E の飼料添加が子豚の成長、組織ミネラルと背部皮下脂肪の脂肪酸組成に及ぼす影響。畜試研報, 43, 51—58, 1985
- 2) 浜田龍夫・前田昭二・甫立京子・中山恵美子・神部昌行：タイロシンとオラキンドックスを含有する離乳子豚飼料に対する銅とビタミン E の添加効果。畜試研報, 44, 77—88, 1986
- 3) STAHLY, T.S., G.L. CROMWELL and H.J. MONEGUE: Effects of the dietary inclusion of copper and (or) antibiotics on the performance of weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 51, 1347—1351, 1980
- 4) HAGEN, C.D., S.G. CORNELIUS, R.L. MOSER, J.E. PETTIGREW and K.P. MILLER: High levels of copper alone or in combination with antibacterials in weanling pig diets. *Nut. Rep. Internat.*, 35, 1083—1091, 1987
- 5) PATTERSON, D.C.: A note on the effect of olaquinox as a feed additive in diets with or without a high copper supplement for pigs weaned at 21 days. *Anim. Prod.*, 41, 261—263, 1985
- 6) HAMADA, T., E. NAKAYAMA and K. SHIMBAYASHI: Interrelationship of growth and plasma amino acid concentration in the chick fed casein diets as influenced by dietary protein and amino acid levels. *Agr. Biol. Chem.*, 49, 2571—2577, 1985
- 7) JONES, P.W. and M.E. TARRANT: The effect of various factors on the efficacy of tylosin as a growth promoter in clinically healthy pigs. *Anim. Prod.*, 34, 115—121, 1982

Effects of Supplementing Tylosin and Olaquinox or Copper on Growth, Tissue Mineral Contents and Enteric Bacteria Counts of Weanling Pigs

Tatsuo HAMADA, Shoji MAEDA, Emiko NAKAYAMA, Kyoko HODATE, Hachiro KAMADA, Masayuki JIMBU*, Koichi SHIMBAYASHI* and Mamoru KASHIWAZAKI*

Summary

Supplementing effects of antibacterials (tylosin 88 ppm and olaquinox 50 ppm) and copper sulphate (copper 200 ppm) to weanling pig diets were investigated. In Experiment 5 and 6, under 2×2 factorial design, 24 weanling pigs were allocated to four experimental diets with either supplemented and unsupplemented antibacterials or supplemented and unsupplemented copper and fed *ad libitum* for 6 weeks and thereafter slaughtered. Average daily gains of 12 pigs fed copper-supplemented or -unsupplemented diets were 0.48 and 0.46 kg, respectively, and those fed antibacterials-supplemented or -unsupplemented diets were 0.51 and 0.43 kg, respectively and showed significant difference. The pigs fed antibacterials-supplemented diets showed significantly higher fecal dry matter percentages than those fed antibacterials-unsupplemented. Although plasma copper contents were not different among experimental groups, the pigs fed copper-supplemented diets accumulated copper in the liver to large extents. In Experiment 7, 6 weanling pigs were allocated to two experimental diets with either supplemented or unsupplemented antibacterials without addition of copper and fed for 6 weeks. After morning feeding, duodenum, cecum and rectum contents were taken for counting the numbers of enteric bacteria. The pigs fed antibacterials-supplemented diet showed significantly higher packed cell volume and higher ratio of total essential amino acid to non-essential amino acid contents in blood plasma than those fed antibacterials-unsupplemented. Duodenum contents of the pigs fed antibacterials-supplemented diet showed higher number of *Lactobacillus* by 10^3 order and higher number of *Enterobacteriaceae* by 10^2 order than those fed antibacterials-unsupplemented, but no such differences were observed in the numbers of bacteria in the cecum and rectum. The supplementation of antibacterials contributed to the increase in growth rate by protecting the occurrence of diarrhea, by increasing the absorption of iron and amino acids and by increasing the ratio of number of *Lactobacillus* to number of *Enterobacteriaceae* in the duodenum. The effects of these antibacterials and copper on gains were not additive.

* National Institute of Animal Health