

仔豚의 病原性 大腸菌症에 관한 研究

1. 養豚農家實態 및 설사仔豚에서 分離한 大腸菌의 性狀 調査

金 鳳 煥

慶尙大學校 農科大學 獸醫學科

金東成·李昌九

農村振興廳 家畜衛生研究所

緒 論

病原性 大腸菌(enteropathogenic *E. coli*)의 感染에 의한 仔豚의 大腸菌症(enteric colibacillosis)은 離乳前後 仔豚損失의 약 반을 차지할 만큼 피해가 큰 어린 돼지의 중요한 消化器傳染病이다.^{3,10,15} 病原性 大腸菌症은 臨床症勢 및 發病機轉에 따라 病原性 大腸菌 설사병과 大腸菌性 腸毒血症(colibacillary toxæmia)으로 크게 나눌 수 있다.

大腸菌 설사병의 發生은 새끼 돼지의 연령과 밀접한 관계가 있다. 어미 돼지의 初乳와 젖을 통하여 받은 母體移行抗體의 消長 및 새끼 돼지 자신의 防禦能力, 환경 또는 사양조건에 따른 각종 스트레스 등의 복합적인 要因으로 인하여 病原性 大腸菌의 感染·增殖이 용이한 때에 설사병이 많이 發生하게 된다. 이러한 설사병은 주로 생후 1~4일령의 어린 돼지에 發生하는 “1주령 설사병(新生仔豚설사병)”, 母體移行抗體가 거의 消失할 때인 생후 2~3주령에 많이 發生하는 “3주령 설사병”과 이유 후 약 1주일경에 好發하는 “離乳仔豚 설사병” 등 3가지로 나눌 수 있다.^{3,15,16}

大腸菌性 腸毒血症은 이유 후 약 1주일경의 돼지에 주로 發生하는 急性 腸毒血症이며 神經症狀 및 眼面과 귀 주위 皮下織, 胃, 腸間膜, 結腸 등의 浮腫이 특징인 浮腫病(edema disease)과 大腸菌의 菌體毒素에 의한 “엔도톡신 쇼크(endotoxin shock)”와 出血性 腸炎(haemorrhagic enteritis) 등이 있다.

현재까지 알려진 바에 의하면 病原性大腸菌 설사병의 發病機轉은 病原性 大腸菌이 腸毒素(enterotoxin)에 민감한 上部小腸(12指腸과 空腸)에 感染·增殖하여 產出하는 腸毒素가 이들 小腸粘膜炎을 자극함으로써 인하여

腸粘膜炎을 통한 水分과 電解質 代謝에 異常이 생겨 組織內 水分이 腸管內로 流出됨으로 자연히 설사가 일어난다고 된다는 것이다. 病原性 大腸菌이 產出하는 腸毒素는 사람의 콜레라菌의 腸毒素와 유사하며 作用機轉도 거의 같다.^{8,10}

大腸菌性 腸毒血症의 發病機轉에 대해서는 아직도 많은 論難의 대상이 되고 있다. 浮腫病의 發病機轉은 菌體毒素에 의한 過敏反應說과 浮腫毒素(edema toxin: edema disease principle)에 의한 毒素說이 있다. 그러나 많은 예에서 菌體毒素과 浮腫毒素가 결합적으로 작용하는 경우가 많다.^{10,17}

우리 나라에서도 仔豚의 病原性 大腸菌症이 많이 發生하고 있으나^{18,20} 아직까지 이것에 대하여 기초적이거나 체계적인 研究가 되어 있지 않아서 防疫上 많은 문제점이 야기되고 있는 실정이다. 그래서 著者들은 우선 우리 나라 養豚農家の 實態를 파악하고 많은 경제적인 손실을 입히는 仔豚의 大腸菌 설사병을 豫防하기 위한 백신 개발의 기초자료를 얻고자 설사병에 걸린 仔豚으로부터 大腸菌을 分離하여 이들 菌의 性狀을 調査하였다.

材料 및 方法

養豚農家實態調査: 경기도와 강원도의 3대도시 근교의 전업 및 부업 양돈농가 각각 55개소와 49개소에서 사육하고 있는 번식모돈 2,226두를 대상으로 하여 복당 산자수, 포유계시 자돈의 폐사율인, 포유자돈에 호발하는 질병, 설사병이 發生하는 자돈의 일령 등을 조사하였다.

설사자돈으로부터 大腸菌의 分離: 설사병으로 斃死하였거나 심한 설사증세를 나타내는 仔豚의 小腸(12指腸 또는 空腸)내용물 또는 直腸綿棒法(rectal swab)으로 설사자돈에서 채취한 자료를 MacConKey agar

plate에 分離培養하였다. 여기서 乳糖을 分解한 集落을 2~3개 선정하여 Eijkman試驗 陽性인 것을 大腸菌으로 鑑定하였다.¹²⁾

分離한 大腸菌의 生化學的 性狀檢査: Cowan²⁾과 Kim⁹⁾의 方法에 準하여 OF시험, Oxidase시험, IMViC 시험, 당분해시험 등 39가지의 生化學的 및 培養性狀을 조사하였다. 영국의 Weybridge研究所에서 분양받은 돼지 설사병 유래 大腸菌 24주를 표준균으로 供試하였다.

코리신 產生能(Colicinogenicity) 調查: 벨지움의 Fredericq 교수로부터 분양받은 모든 colicin에 민감한 C₆주를 이용하여 分離한 大腸菌의 colicin의 產生 여부를 檢査방법으로 조사하였다.^{12,14)}

結 果

養豚農家實態: 專業養豚農家 55개소(호당 평균 모든 33두)와 副業養豚農家 49개소(호당 평균 모든 8두)에서 사육하고 있는 2,226두의 繁殖母豚을 대상으로 복당산 자수, 포유개시 자돈의 폐사원인, 설사병이 빈번히 발생 하는 仔豚의 일명 등을 조사한 성적은 표 1~3에 있는 바와 같다.

Table 1. Reproductive Performances of Gilts and Sows on 104 Ordinary Pigfarms

Area	No. of Pigfarms	No. of Gilts & Sows	Born Alive per Litter	Piglets Weaned per Litter	Prewaning Death No. of Death/litter	%
A	27	457	8.6	6.8	1.8	21.1
B	39	398	9.1	7.3	1.8	20.0
C	38	1,371	8.6	6.9	1.7	19.5
Total Average	104	2,226	8.9	7.1	1.8	20.1

Table 2. Causes of Prewaning Losses of Piglets

Area	Percentage of Death due to					
	Diarrhoea	Pneumonia	Crushing	Starvation	Born Weak	Others
A	48.8	19.5	7.3	9.8	4.9	9.8
B	34.0	18.9	20.8	7.5	13.2	5.7
C	37.3	21.6	11.8	13.7	13.7	2.0
Average	39.3	20.0	13.8	10.3	11.0	5.5

Table 3. Prevalence of Diarrhea in Relation to the Age of Piglets

Area	≤1 Week	2~4 Weeks	5~8 Weeks
A	22.2	59.3	18.5
B	21.1	60.5	18.4
C	13.1	76.3	10.5
Average	18.4	66.1	15.5

The figurs in the table indicate the percentage of outbreaks.

표 1에 있는 바와 같이 우리 나라 양돈농가에서 사육되고 있는 繁殖母豚은 복당 평균 8,9두의 仔豚을 분탄하고 있으며 離乳前에 복당 평균 1.8두(20.1%)의 자손 실수를 보고 있다. 이러한 哺乳仔豚의 斃死原因 중 설사병이 전체의 39.3%로서 가장 많고, 肺炎(20.0%), 압사(13.8%), 위약돈(11.0%), 餓死(10.3%) 등 이었다(표 2). 哺乳仔豚에서 가장 빈번히 發生하는 疾病은 설사병으로 전체 농가의 82.6%가 설사병으로 큰 피해를 입고 있으며, 이들 설사병이 가장 빈번히 發生하는 仔豚의 주령은 2~4주로 전체 설사발생빈도의 66%나 되어 소위 말하는 "3주령 설사병"이 가장 많이 發生하고 있으며 1주령 이전에 發生하는 "신생자돈설사(baby piglet diarrhea)"는 18.4%로서 5주령 이후에 發生하는 설사발생빈도 15.5%보다는 약간 높은 경향이었다(표 3).

설사仔豚으로 부터 大腸菌의 分離 및 生化學的 性狀 調查: 설사병으로 斃死한 仔豚 60두의 上部 小腸(12指腸과 空腸)내용물과 66두의 설사자돈으로 부터 채취한 直장내용물에서 각각 136주와 132주(도합 268주)의 유사 大腸菌을 分離하였다. 이들 分離菌 268주와 標準 大腸菌 24주의 生化學的 性狀을 調查한 성적은 표 4와 표 5에 있는 바와 같다.

표 4에 있는 바와 같이 分離菌과 標準菌 다같이 Catalase시험에는 양성반응을 나타내었으나 Oxidase시험은 음성이었다. IMViC시험 결과는 分離菌 및 標準菌 모두 indole과 MR시험에는 양성반응을 나타낸 반면 VP와 citrate시험은 음성이었다. gelatin, H₂S, sodium malonate, phenylalanine, urease시험에는 음성이었으나 nitrate시험은 모두 양성이었다. 分離菌 중 12.9%가 면양혈구 용혈성을 가지고 있는데 반해 標準菌은 41.7%가 용혈성을 나타내었다.

시험한 모든 균은 산소의 유무에 관계없이 glucose를 分解하여 酸과 가스를 產出하였다(표 5). arabinose, rhamnose, xylose, fructose, galactose, lactose,

Table 4. Biochemical Properties of *Escherichia coli* Isolated from Piglets with Diarrhea

Properties	Piglet Isolate (268)		Weybridge (24)
	No. Positive	% Positive	% Positive
Motility	193	72.0	62.5
Catalase	268	100	100
Oxidase	0	0	0
Indole	252	94.0	91.7
Methyl-red	266	99.3	100
Voges-Proskauer	0	0	0
Citrate	2	0.7	0
Aesculin	138	51.5	41.7
Nitrate	267	99.6	100
Gelatin	0	0	0
Hydrogen sulfide	6	2.2	0
Sodium malonate	1	0.4	0
Phenylalanine	0	0	0
Urease	0	0	0
Hemolysis (sheep)	34	12.9	41.7
Lysine decar.	208	77.6	66.7
Arginine dihyd.	118	44.0	58.3
Ornithine decar.	188	70.1	92.7

Figures in the parentheses indicate the number of cultures tested.

Table 5. Fermentative Properties of *Escherichia coli* Isolated from Piglets with Diarrhoea

Properties	Piglet Isolate (268)		Weybridge (24)
	No. Positive	% Positive	% Positive
CF test(F)	268	100	100
Gas from glucose	267	99.6	100
Arabinose	268	100	100
Rhamnose	252	94.0	95.8
Xylose	265	98.9	95.8
Fructose	268	100	100
Glucose	268	100	100
Galactose	268	100	100
Lactose	268	100	100
Maltose	268	100	100
Mannose	268	100	100
Sucrose	126	47.0	62.5
Raffinose	142	53.0	87.5
Trehalose	265	98.8	100
Adonitol	25	9.3	8.3
Dulcicol	148	55.2	79.2
Mannitol	260	97.0	100
Sorbitol	264	98.5	100
Inositol	6	2.2	0
Salicin	165	61.6	50

Figures in the parentheses indicate the number of cultures tested.

maltose mannose, trehalose, mannitol, solbitol 등은 分解(양성율 97%~100%)하였으나 adonitol과 inositol은 分解하지 못하였다. salicin과 sucrose의 分解能은 일정치 않았다.

Table 6. Colicogenicity of *Escherichia coli* Isolated from Piglets with Diarrhea

	Piglet Isolates(147)	Weybridge(24)
Colicin producer	16	4
% Positive	10.9	16.7

Figures in the parentheses indicate the number of cultures tested.

分離한 大腸菌의 colicinogenicity 調査: C₆주를 이용한 한천침자방법에 준하여 大腸菌의 colicin產出與否를 시험한 성적은 표 6에 있는 바와 같이 標準菌 24주 중 4주(16.7%)와 分離菌 147주 중 16주(10.9%)가 Col⁺ factor를 가지고 있었다.

考 察

양돈업이 본격적으로 발전하기 시작한 1970년대 중반부터 1980년까지 약 5년간 우리 나라에서 발생한 돼지 질병 病性鑑定 결과 병명이 밝혀진 주요 돼지 질병을 分析해 보면 消化器疾病의 발생이 여러 농장에서 크게 문제시되고 있으며 이 들 消化器疾病의 發生率도 높아 전체 질병발생 건수의 약 22%를 차지하고 있는 것으로 밝혀져 있다. 뿐만아니라 우리 나라 繁殖母豚의 能力이 떨어진다라는 것이 공통적인 견해이다. 돼지의 繁殖能力은 品種과 個體에 따라 다르지만 일반적으로 飼養管理技術에 의해 크게 좌우된다.

우리 나라 母豚의 腹當平均產仔數는 8.9두로서 덴마크 10.2두, 오스트랄리아 10.4두, 영국 11.0두에 비해 많이 적다.^{5-7,13)} 腹當離乳仔豚數도 덴마크나 영국 등 선진 양돈국보다 1.5두~2두가 적은 7.1두로 母豚의 生産性이 크게 뒤진다는 것을 알 수 있다.^{7,13)} 국내의 企業養豚場을 대상으로 하여 조사한 朱 및 姜¹³⁾의 성적에 의하면 복당산자수는 본 성적과 유사한 9.0두였으나 離乳前 斃死率은 14.5%로서 본 조사 성적 20.1%보다는 훨씬 적다는 것을 알 수 있다. 이것은 企業養豚場의 衛生管理가 一般 養豚農家보다는 잘 되고 있기 때문이라고 생각할 수 있으며 철저한 위생관리를 하면 離乳前仔豚의 斃死率을 상당히 감소시킬 수 있는 여지가 많다고 하겠다.

離乳前仔豚의 斃死原因은 Leman 등¹¹⁾의 조사보고

에 의하면 암사가 30.9%로서 가장 많았으며 餓死(17.6%), 위약돈(14.7%), 설사(14.3%) 등이 주요 斃死原因이었으나 肺炎에 의한 斃死는 1.4%로 본 조사성적과는 많은 차이가 있었다. 우리 나라에서도 企業養豚場의 경우는 仔豚斃死의 가장 큰 원인이 암사에 의한다고 알려져 있으며 소규모 농장인 경우는 암사에 의한 斃死는 적은 반면 설사나 기타 원인에 의한 폐사율이 많다. 여하튼 우리 나라의 養豚은 설사나 肺炎 등 傳染性 疾病에 의한 斃死가 많다는 것이 특징이므로 이러한 疾病으로 인한 피해를 줄이는 방향의 研究가 필요한 것으로 생각된다.

우리 나라에서 발생하고 있는 돼지의 大腸菌 설사병은 생후 2~4주의 돼지에 흔히 발생하는 3주령 설사병 즉 仔豚白痢의 발생이 많음을 알 수 있다. 이것은 母體移行抗體의 소멸시기인 2~3주령경에 농장에 常在해 있는 病原菌의 침입으로 인한 것이며 이러한 설사병을 앓은 자돈은 斃死하는 예는 드르나 성장이 지연되기 때문에 경제적으로 큰 피해를 입게 된다. 그러므로 앞으로 이러한 설사병을 예방할 수 있는 免疫學的 및 生物學的方法에 대한 研究가 절실히 要求된다고 본다.

설사仔豚에서 分離한 大腸菌은 대조로 공시한 標準大腸菌의 生化學的 性狀과 거의 같았으며 이는 Edwards 및 Ewing⁴⁾의 分類基準에도 일치하였다. 病原性 大腸菌은 溶血性을 가진 것이 많은 것으로 알려져 있으나 Weybridge研究所에서 분양받은 돼지 유래 病原性 大腸菌 중 41.7%만이 溶血性을 나타낸 사실은 大腸菌의 溶血性과 病原性과는 절대적인 관계가 있는 것이 아니라고 하였다. 分離菌 268주 중 34주(12.9%)만이 면양 적혈구 용혈성을 가지고 있었다.

virulence factor로 알려진 大腸菌의 colicin產生能을 조사한 성적을 보면 標準大腸菌 24주 중 4주(16.7%), 分離菌 147주 중 16주(10.9%)가 colicin producer였었다. 이러한 試驗結果는 Col⁺ factor가 大腸菌의 enteropathogenicity와 밀접한 관계가 있다고 推定하는 어렵다고 하겠다.

結 論

養豚農家에서 사육하고 있는 母豚의 繁殖能力과 大腸菌 설사병에 걸린 仔豚으로부터 分離한 大腸菌의 性狀을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 우리 나라 養豚農家の 繁殖母豚은 腹當平均 8.9두의 仔豚을 分娩하고 있으며 離乳前에 平均 1.8두(20.1%)의 仔豚損失을 보고있다.

2. 哺乳仔豚의 斃死原因 중 설사병이 전체의 39.3%로서 가장 많고 肺炎(20.0%), 암사(13.8%), 餓死(11.0

%), 危弱豚(10.3%) 등의 원인에 의한 것도 큰 비중을 차지하고 있다.

3. 哺乳仔豚에 가장 빈번히 발생하는 疾病은 설사병으로 전체 농가의 82.6%가 설사병으로 큰 피해를 입고 있으며 이들 설사병이 가장 많이 발생하는 시기는 생후 2~4주이며 전체 설사발생빈도의 66%나 되어 소위 "3주령 설사"가 우리 나라에서는 가장 많이 발생하고 있으며 1주령 이전에 발생하는 "신생자돈설사"가 18.4%로서 5주령 이후에 발생하는 설사(15.5%)보다는 발생빈도가 약간 높은 경향이였다.

4. 60두의 폐사자돈 상부소장(12指腸 또는 空腸)내용물과 66두의 설사자돈으로부터 채취한 직장내용물에서 268주의 大腸菌을 分離하였으며 이들 分離菌의 生化學的 性狀은 標準大腸菌의 性狀과 같았다.

5. 分離菌 14주 중 16주(109%)는 virulence plasmid로 알려진 Col⁺ factor를 가지고 있음을 확인하였다.

參 考 文 獻

1. Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E.: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. 8 ed., Williams and Wilkins, Baltimore (1974) p. 293.
2. Cowan, S.T.: Cowan and Steel's Manual for the Identification of Medical Bacteria. 2ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge (1974) p.166.
3. Dunne, H.W. and Leman, A. D.: Diseases of Swine. 4 ed., Iowa State Univ. Press, Ames (1975) p.650.
4. Edwards, P.R. and Ewing, W. H.: Identification of Enterobacteriaceae. 3ed., Burgess Publishing Co., Minneapolis (1972) p.67.
5. Glastonbury, J.R.W.: A survey of preweaning mortality in the pig. Aust. Vet. J. (1976) 52: 272.
6. Glastonbury, J.R.W.: Preweaning mortality in the pig. The prevalence of various causes of preweaning mortality and the importance of some contributory factors. Aust. Vet. J. (1977) 53: 315.
7. Gracey, J. F.: Survey of pig losses. Vet. Rec. (1955) 67: 984.
8. Gyles, C. L., Stevens, J. B. and Craven, J.A.: A study of *Escherichia coli* strains isolated from pigs with gastrointestinal disease.

- Canad. J. comp. Med. (1971) 35: 258.
9. Kim, B.H.: Studies on *Actinobacillus equuli*. Ph. D. thesis. University of Edinburgh (1976) p.29.
 10. Kim, B.H.: Enteric colibacillosis in pigs. A review. Korean J. Vet. Publ, Hlth (1978) 2: 80.
 11. Leman, A. D., Knudson, B. S., Rodeffer, H.E. and Mueller, A.G.: Reproductive performance of swine on 76 Illinois farms. J.A. V.M.A. (1972) 161: 1248.
 12. Norris, J.R. and Ribbons, D.W.: Methods in Microbiology, 7A. Academic Press, London and New York (1972) p.316.
 13. Rasbeth, N. O.: A review of the causes of reproductive failure in swine. Brit. Vet. J. (1969) 125: 599.
 14. Reeves, P.: The Bacteriocins. Chapman and Hall Ltd, London (1972) p.35.
 15. Sojka, W. J.: *Escherichia coli* in Domestic Animals and Poultry. Commonwealth Agr. Bureau, Bucks (1965).
 16. Sojka, W. J.: Enteropathogenic *Escherichia coli* in man and farm animals. Canad. Inst. Food Sci. Technol. (1973) 6: 52.
 17. Svendsen, J.: Enteric *Escherichia coli* infections in suckling pigs and in pigs at weaning. Aspects of pathogenesis, prevention and control. ph.D. thesis. The Swedish University of Agricultural Science, Upsala (1979) p.6.
 18. 金鳳煥, 金東成, 李昌九: 仔豚 설사병 由來 病原性 大腸菌에 관한 研究. 家畜衛生研究所 試驗研究報告 書 (1978) p.83.
 19. 朱漢守, 姜炳稷: 國內企業養豚場에서의 세지 繁殖 實態調查. 大韓獸醫學會誌 (1981) 17: 40.
 20. 韓台愚, 王吉雲, 金台炯: 腸內細菌에 관한 研究. 1. 仔豚 및 成豚에서 分離한 *E. coli*에 대한 細菌學的 觀察, 農事試驗研究報告 (1964) 7(3): 27.

Studies on Enteric Colibacillosis in Piglets

1. Reproductive Performance of Swine on 104 Piggeries and Biochemical Properties of *Escherichia coli* Isolated from Piglets with Diarrhea

Bong Hwan Kim, D.V.M., D.V.S.M., Ph.D.

Department of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University

Dong Sung Kim, D.V.M., Ph.D. and Chang Koo Lee, D.V.M., M.S., Ph.D.

Institute of Veterinary Research, Office of Rural Development

Abstract

Reproductive performance of gilts and sows in ordinary piggeries was investigated with special reference to litter size, piglets weaned per litter, the cause of preweaning mortality and the incidence of diarrhea. Biochemical properties of *Escherichia coli* isolated from piglets with diarrhea were also determined. The results obtained are summarised as follows:

1. Of the 2,226 gilts and sows farrowed, average number of piglets born alive and weaned piglets per litter were 8.9 and 7.1, respectively, indicating that both gilts and sows lost more than 20% of all their piglets prior to weaning.

2. The causes of preweaning mortality in order of prevalence were diarrhea (39.3%), pneumonia (20.0%), crushing (13.8%), starvation (11.0%) and born weak (10.3%).

3. Incidence of 3 diarrheal syndromes of piglets, i.e. 1 week diarrhea, 3 week diarrhea and post-weaning diarrhea were 18.4%, 66.1% and 15.5%, respectively, showing that most farms were suffering from so called 'white scours' in piglets 14~28 days old.

4. Biochemical properties of 268 cultures of *E. coli* isolated from diarrheal piglets were tested and compared with those of standard strains of porcine origin. All those properties of isolates were matched to standard *E. coli* tested while variable results were obtained with haemolytic capabilities of cultures tested.

5. Of 147 isolates 16 cultures (10.9%) were identified as colicin producers.