

닭의 장염발생 조사

김홍집 · 강문일* · 정운익

(주)미원 축산과학연구소
전남대학교 수의과대학*
(1996년 5월 18일접수)

Survey on enteric diseases in chicken

Hong-jib Kim, Mun-il Kang*, Un-ik Chung

*Miwon Institute of Animal Science, Ichon
College of Veterinary Medicine, Chonnam National University, Kwangju**

(Received May 18, 1996)

Abstract : The purpose of the survey was to understand the field situation on the occurrence of enteric diseases in poultry farms in Korea. During the period from January of 1991 to December, 1992, 279(35.8%) out of 779 farms surveyed experienced the cases of enteritis in their chickens.

The farms with diarrheal problems consisted of 157(45.1%) of 348 broiler flock, 28(32.6%) of 86 breeder flock, and 94(27.2%) of 345 layer flock. The main diseases causing enteritis were frequently appeared as infectious bursal disease(27.3%), colibacillosis(22.6%), and coccidiosis(8.6%).

Necrotic enteritis(NE) in chicken occurred in 21 farms(2.7%) among 779 farms examined. The outbreaks of NE were divided 4.7% in breeders, 4.0% in broilers, and 0.9% in layers, respectively. NE occurred mainly in the age(71.4%) of 20~30 days and the mortality was varying from 1.4% to 10.0% for broilers, 3.0% for layers and 0.8% for breeders. Seasonal prevalence of NE showed the highest as 52.4% in summer and followed by 33.3% in autumn, 9.5% in spring and 4.5% in winter.

Key words : chicken, diarrhea, necrotic enteritis, occurrence, seasonal prevalence.

서론

양계의 질병관리는 개체 보다는 계군 전체에 대한 질

병의 진단, 치료, 예방 등이 이루어지는 독특한 건강관리 형태를 유지하고 있다. 따라서 농장별 또는 닭의 주요 장이나 기관에 발생하는 질병의 체계적인 분류는 질병을 파악하고 이해하는데 매우 중요하다고 본다.

Address reprint requests to Dr. Mun Il Kang, Collenge of Veterinary Medicine, Chonnam National Umrersity, Buk-gu, Kwangju, 500-757, Republic of Korea.

그러나 닭 질병의 체계적인 분류는 주로 원인체별 분류가 대부분이며 호흡기계, 소화기계를 비롯한 조직기관별 질병 분류체계는 매우 미흡한 실정이다.

그중에서 설사와 관련된 장염은 사료요구를 증가, 증체를 저하, 산란률 감소 등으로 양계산업에 막대한 경제적 손실을 주고 있다^{1,4}. 이들 장염을 일으키는 질병을 원인체별로 살펴보면 세균성으로는 대장균증^{1,2}을 비롯, 추백리를 포함한 다양한 살모넬라 감염증³, *Clostridium perfringens*에 의한 괴사성 장염⁴ 등이 있고 바이러스성으로는 전염성 F낭병⁵, 내장형 뉴캐슬병⁶, 백혈병⁷, 내장형 마렝병⁸, 바이러스성 장염⁹, 신장형 전염성 기관지염¹⁰ 등이 그리고 원충 및 기생충성으로는 콕시듐증과 회충증이 중요한 질병으로 알려져 있다.

이 연구의 목적은 닭의 장염 발생동향을 파악하고 최근들어서 발생률이 급격히 높아지고 있는 닭괴사성 장염의 발생실태를 조사하여 이들 질병발생에 대한 예방 대책 수립의 기초자료를 만드는데 있다.

재료 및 방법

조사대상 농장 : '91년 1월부터 '92년 12월까지 2년간에 걸쳐서 육계 345개소, 산란계 348개소, 종계 86개소 등 총 779개 농장을 조사대상으로 하였다.

역학조사 : 조사 농장의 질병발생시 문진을 기본으로 하고, 필요에 따라 일부 현장을 방문하여 조사하였다.

세균학적 검사 : 이환계의 부검시 병변이 의심된 부위로부터 재료를 채취하여 기초적으로 5% 염소혈액배지, MacConkey배지 및 brain-heart-infusion broth(Difco)에 접종하고 필요시 선택배지에 접종하여 Sneath¹¹와 Atlas¹²의 방법에 의해 순수분리 후 동정하였다.

병리학적 검사 : 통상적인 부검술식에 의거하여 병성 감정을 위한 해부학적 검사를 실시하였고 각종 실질장기를 절취하여 10% 중성포르말린액으로 고정한 후 파라핀 포매하여 5 μ m의 조직절편을 만들었다. 조직절편은 hematoxylin-eosin(H & E)염색을 실시하였다.

기생충 검사 : 주로 설사증을 보이는 이환계의 분변과 장내용물을 직접도말법 및 통상적인 부유법으로 기생충 감염실태를 확인하였다.

혈청내 항체역가 검사 : 추백리 검사는 평판응집반응을, 뉴캐슬병과 닭 전염성기관지염은 혈구응집억제반응을, 백혈병과 전염성 F낭병은 ELISA법으로 항체가를 측

정한 후 그 결과를 진단에 응용하였다.

결 과

닭의 장염 발생상황 : 총 779개 농장을 대상으로 조사한 결과 279개 농장(35.8%)에서 장염이 발생하였으며, 육계 농장 45.1%, 종계 농장 32.6%, 산란계 농장 27.2%의 순으로 발생하였다(Table 1).

Table 1. Outbreaks of enteric diseases in poultry farms during the years of 1991 and 1992

Types	No. of farm surveyed	No. of farm with ED*	Rate(%)
Broiler	348	157	45.1
Laycr	345	94	27.2
Breeder	86	28	32.6
Total	779	279	35.8

* Enteric diseases

279개 농장에서 발생한 장염의 중요한 질병으로는 Table 2에서와 같이, 세균성 질병(44.1%)에서는 대장균증이 63개 농장(22.6%), 바이러스성 질병(45.9%)에서는 전염성 F낭병이 76개 농장(27.3%), 원충 및 기생충성 질병(10.0%)에서는 콕시듐증이 24개 농장(8.6%)으로 각각 높게 나타났다.

Table 2. Outbreaks of enteric diseases in 279 poultry farms during the years of 1991 and 1992

Diseases	1991	1992	Total(%)
Colibacillosis	37	26	63(22.6)
Salmonellosis	19(15*)	20(16*)	39(14.0)
Necrotic enteritis	9	12	21(7.5)
Infectious bursal disease	47	29	76(27.3)
Newcastle disease (digestive form)	10	9	19(6.8)
Infectious bronchitis (nephroid form)	5	6	11(3.9)
Viral enteritis	0	9	9(3.2)
Lymphoid leukosis	3	4	7(2.5)
Marck's disease (visceral form)	2	4	6(2.2)
Coccidiosis	12	12	24(8.6)
Ascariasis	3	1	4(1.4)
Total	147	132	279(100)

* Pullorum disease

괴사성 장염의 발생상황 : 총 779개 농장중 괴사성 장염은 21개 농장(2.7%)에서 발생하였으며, 사육목적별 분포는 종계(4.7%), 육계(4.0%), 산란계(0.9%) 농장의 순으로 나타났다(Table 3).

Table 3. Outbreaks of necrotic enteritis in poultry farms during the years of 1991 and 1992

Types	No. of farm surveyed	No. of farm with NE*	Rate(%)
Broiler	348	14	4.0
Layer	345	3	0.9
Breeder	86	4	4.7

* Necrotic enteritis

육계에서는 주로 20~30일령(평균 25일령)사이에서 다발(71.4%)하고 있었으며, 폐사율은 최저 1.4%에서 10.0%까지 다양하였고 평균 4.1%를 나타내었다(Table 4).

Table 4. Outbreaks of necrotic enteritis in broiler farms

Farms	Date	Age (days)	No. of heads	No. of daily death	No. of cumulative death	Mortality rate(%)*
1	'91.4.23	26	9,900	30	700	7.1
2	6.3	16	20,000	250	1,000	5.0
3	7.5	15	3,000	60	300	10.0
4	7.25	27	10,000	100	350	3.5
5	'92.5.25	29	6,000	10	300	5.0
6	7.6	28	23,000	289	1,154	5.0
7	7.17	24	5,500	20	100	1.8
8	7.20	14	15,000	200	600	4.0
9	7.24	21	25,000	50	350	1.4
10	9.4	20	10,000	100	500	5.0
11	9.9	20	10,000	50	200	2.0
12	9.13	20	10,000	20	376	3.8
13	10.14	60	10,000	100	700	7.0
14	11.2	30	10,000	10	200	2.0
Mean		25	11,957	92	488	4.1

* No. of cumulative death / No. of heads × 100.

산란계에서는 큰 병아리 및 산란중인 닭에서 발생되었으며, 평균 3.0%의 폐사율을 보였다(Table 5).

Table 5. Outbreaks of necrotic enteritis in layer farms

Farms	Date	Age (weeks)	No. of heads	No. of daily death	No. of cumulative death	Mortality rate(%)*
1	'91.1.6	44	6,000	20	300	5.0
2	11.1	13	7,100	45	225	3.2
3	11.20	15	12,000	60	240	2.0
Mean		24	8,367	42	255	3.0

* No. of cumulative death / No. of heads × 100.

종계에서는 4개 농장 모두 평사에서 사육중인 농장에서 발생하였으며, 폐사율은 평균 0.8%이었다(Table 6).

Table 6. Outbreaks of necrotic enteritis in breeder farms

Farms	Date	Age (weeks)	No. of heads	No. of daily death	No. of cumulative death	Mortality rate(%)*
1	'91.8.	13	7,000	7	30	0.4
2	8.19	14	7,000	7	79	1.1
3	'92.8.	24	6,000	13	50	0.8
4	8.25	28	12,500	5	100	0.8
Mean		20	8,125	8	65	0.8

* No. of cumulative death / No. of heads × 100.

계절별 발생율은 Table 7에서와 같이 여름에 11건(52.4%)으로 가장 높았고, 가을 7건(33.3%), 봄 2건(9.5%), 겨울 1건(4.8%)의 순이었다.

Table 7. Seasonal prevalence of necrotic enteritis in chickens

Season	1991	1992	Total(%)
Spring	1	1	2(9.5)
Summer	5	6	11(52.4)
Autumn	2	5	7(33.3)
Winter	1	0	1(4.8)
Total	9	12	21(100)

고 찰

닭의 장염은 폐사율 증가, 증체저하 등 생산성 저하를 초래하고 있으나 국내에서는 장염유발에 관여하는 개개의 질병에 대한 체계적인 분류는 미흡한 실정이다. 본 조사에서는 닭의 장염이 총 779개 조사농장 중 279개 농장(35.8%)에서 발생하였고 육계(45.1%), 종계(32.6%), 산란계(27.2%) 농장의 순으로 발생하였으며 특히 육계농장에서 다발하여 증체저하에 많은 영향을 미치고 있었다.

본 조사에서 나타난 닭 장염의 유발질환을 살펴보면, 가장 심각한 세균성 질병으로는 대장균증이었다. 대장균증은 주로 사육환경과 밀접하게 관련되어 발생하고 있으며¹, 국내의 경우 수의과학연구소의 병성감정 결과¹³⁻¹⁵에 의하면 '90년 총 284건중 29건(10.2%), '91년 313건중 43건(13.7%), '92년 총 288건중 40건(13.9%)으로서 세균성 질병중에서 가장 높게 진단되고 있다. 본 조사에서도 닭 장염으로 진단된 279개 농장중 63개 농장(22.6%)에서 대장균증이 발생하여 가장 문제가 되고 있는 질병으로 확인되는 바 이 질병의 예방을 위한 위생적

인 사양관리의 재고가 선행되어야 하겠다.

살모넬라 감염증은 추백리, fowl typhoid, paratyphoid 등으로 대별되고 있으며, 본 조사에서 살모넬라 감염증으로 진단된 농장은 장염발생 279개 농장중 39개 농장으로서 14.0%를 차지하고 있었다. 이 살모넬라 감염증(39개 농장) 중에서 추백리가 점유하는 비율은 31개 농장으로 79.5%를 차지하고 있었다. 농립수산통계¹⁶에 의하면 평판용 집반응에 의한 추백리의 항체양성률은 '90년 138,894수중 0.9%(1,231수), '91년 153,079수중 0.2%(364수)로서 감염률이 낮음을 알 수 있으나 본 조사에서는 총 779개 농장중 4.0%(31개 농장)에서, 장염이 발생한 279개 농장중 11.1%에서 추백리 발생을 보여 야외에서 이 질병의 발생이 적지 않은 것으로 판단되었다.

본 조사에서 닭의 장염에 관련된 바이러스성 질병으로는 전염성 F낭병이 27.3%로 가장 높았으며, 다음으로 내장형 뉴캐슬병(6.8%), 신장형 전염성 기관지염(3.9%), 바이러스성 장염(3.2%), 백혈병(2.5%), 마력병(2.2%)의 순으로 나타났다. 바이러스성 장염은 Reynolds⁹가 닭의 장염에 관여하는 바이러스로서 adenovirus, calicivirus, coronavirus-like virus, enterovirus-like virus, parvovirus, reovirus, rotavirus, togavirus-like virus 등 많은 바이러스를 거론하였는데 향후 국내에서도 바이러스성 장염에 관여하는 원인 바이러스에 대한 조사연구가 필요하다고 사료된다.

원충 및 기생충성 질병으로는 콕시듐증의 발생이 279개 농장중 24개 농장(8.6%)에서 확인되어 가장 문제가 되는 질병으로 파악되었고, 수의과학연구소의 병성감정 결과¹²⁻¹⁵에서는 '90년 총 208건중 22건(7.7%), '91년 총 313건중 21건(6.7%), '92년 총 288건중 21건(7.3%)으로서 본 조사의 결과와 유사한 경향을 보였고, 회충증은 매우 낮은 발생(1.4%)을 보였다.

특히 본 조사에서 전반적인 발생실태를 파악하였던 닭의 괴사성 장염(necrotic enteritis, NE)은 영국²⁻⁴에서 처음 보고된 이래 호주^{17,18}, 미국¹⁹, 캐나다²⁰, 페루²¹, 스리랑카²² 등 세계 각지에서 보고되고 있다. 그러나 국내에서는 수의과학연구소의 병성감정을 위한 가금 의뢰가검물에서 진단된 경우^{13,15}를 제외하고는 NE의 발생이나 피해 상황에 대한 보고가 미흡한 실정이다. 본 조사에서는 장염이 발생한 279개 농장(35.8%) 중 21개 농장(7.5%)에서 NE가 발생하였고, 총 779개 농장에서는 2.7%에서 NE의 발생이 있어 비교적 낮은 발생유무를 확인하였다.

한편 외국의 경우 NE는 주로 육계에서 다발^{17-20, 22-25}하고 있으나, 일부 산란계에서도 발생²⁶⁻²⁸되고 있다. 국내의 경우 수의과학연구소 계역과의 병성감정 결과에 의하면, '90년 총 의뢰가검물 284건중 1건, '92년 288건중 3건이 산란계에서만 NE로 진단된 경우가 있었으나, 본 조사를 통하여 산란계 이외에 육계와 종계에서도 발생하고 있었고 특히 NE로 진단된 21개 농장중 14개 농장(66.6%)이 육계농장으로 외국의 경우와 같이 육계에서 주로 문제가 되고 있는 질병임을 알 수 있었다.

NE의 발생경향은 사육형태와 관련이 있는 바 육계와 종계는 대부분 평사에서 사육하고 있었고, *Cl perfringens*에 오염된 계사의 깔짚으로 사육된 환경에서 쉽게 발생 및 재현한다는 보고²⁹⁻³²에 비추어 볼 때 *Cl perfringens*에 오염된 깔짚이 주 오염원으로 추정된다. 특히 Long²³은 '69년부터 '71년까지 3년간 캐나다 온타리오주의 541개 농장에서 755회의 발생을 확인하여 과거에 NE가 발생한 농장에서 지속적인 발생이 있음을 보고 하였는데 이는 국내 농장의 감염수준은 낮으나 일단 감염된 농장은 감염 환을 끊기가 어려워 그 피해가 매우 클 수 있음을 시사하고 있다.

본 조사결과에서 나타난 일령별 질병발생은 육계의 경우 어린 일령에서부터 시작하여 20~30일령(71.4%)에서 높아 외국의 보고³³와 매우 유사하였으나, 산란계와 종계의 경우 44주령까지 발생하고 있어서 외국과 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.

NE로 인한 폐사율은 연구자에 따라 육계의 경우 1.3%~10%³⁴까지 다양하였고 특히 *Eimeria acervulina* 혼합 감염시 53.3%²⁴까지 매우 높았으며, 산란계의 경우 Broussard *et al*²⁶은 5일동안 0.02%의 폐사율을, 鈴木 등²⁸은 0.6%~62.5%까지 보고하였다. 본 조사에서는 육계 4.1%, 산란계 3.0%, 종계 0.8%의 순으로 비교적 낮게 나타났고, 농장에 따라 최저 0.4%에서 최고 10.0%까지 다양하게 나타나, 발생농장의 사육환경 및 혼합감염 여부에 따라 NE에 의한 피해정도는 큰 차이가 있음을 알 수 있었다.

계절별 발생률을 살펴보면, Long²³은 그 발생빈도가 7월부터 10월에서 높고, Bernier *et al*²⁵은 특히 5월부터 11월 사이에 빈발한다고 보고하면서 이러한 계절적 변화에 따른 특별한 유발인자는 찾아볼 수 없었다고 하였고, Narin과 Bamford¹⁷도 계절적 발생빈도는 유의성이 없다고 보고하였다. 본 조사에서도 NE는 연중 발생하였으

나, 비교적 여름에 다발하는 경향을 보여 Long²³의 결과와 유사하였고, 고온다습한 사육조건 이외에 특별한 관련요인을 지적할 수 없었다.

현재 야외에서 NE의 발생율은 낮으나 본 조사의 결과, '91년(9건)에 비해 '92년(12건)에 다소 증가됨을 미루어 볼 때 국내 양계산업에 본 질병의 전파와 확대가 점증되리라 예상되므로 이에 대비한 정밀한 진단 및 예방 대책이 강구되어야 할 것으로 사료되었다.

결 론

'91년 1월부터 '92년 12월까지 2년간에 걸쳐서 779개 농장을 대상으로 닭 장염을 조사한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 총 779개 농장을 대상으로 조사한 결과, 279개 농장(35.8%)에서 장염의 발생을 보였으며 육계 45.1%, 종계 32.6%, 산란계 27.2%의 농장 순으로 확인되었다.

2. 닭 장염을 일으키는 주요한 원인으로 세균성은 대장균증이 63개 농장(22.6%), 바이러스성은 전염성 F낭병이 76개 농장(27.3%), 원충 및 기생충성은 콕시듐증이 24개 농장(8.6%)으로 각각 높게 나타났다.

3. 닭 괴사성 장염은 총 779개 농장중 21개 농장(2.7%)에서 발생하였으며, 종계 4.7%, 육계 4.0%, 산란계 0.9%의 농장 순으로 확인되었다.

4. 닭 괴사성 장염의 발생은 육계에서는 주로 20~30일령 사이에 다발(71.4%)하고 있었으며, 폐사율은 1.4%에서 10.0%의 범위로 평균 4.1%이었다. 산란계에서는 3.0%, 종계에서는 0.8%의 폐사율을 보였다.

5. 닭 괴사성 장염의 계절별 발생율은 봄 2건(9.5%), 여름 11건(52.4%), 가을 7건(33.3%), 겨울 1건(4.8%)으로서 다소 여름에 발생율이 높았다.

참 고 문 헌

1. Harry EG, Hemsley LA. The relationship between environmental contamination with septicaemia strains of *Escherichia coli* and their incidence in chickens. *Vet Rec*, 77: 241~245, 1965.
2. Parish WE. Necrotic enteritis in the fowl (*Gallus gallus domesticus*). I. Histopathology of the disease and isolation of a strain of *Clostridium welchii*. *J*

Comp Pathol, 71: 377~393, 1961.

3. Parish WE. Necrotic enteritis in the fowl. II. Examination of the causal *Clostridium welchii*. *J Comp Pathol*, 71: 394~404, 1961.
4. Parish WE. Necrotic enteritis in the fowl. III. The experimental disease. *J Comp Pathol*, 71: 405~413, 1961.
5. Cosgrove AS. An apparently new disease of chickens-avian nephrosis. *Avian Dis*, 6: 385~389, 1962.
6. Doyle TM. A hitherto unrecorded disease of fowls due to a filter-passing virus. *J Comp Pathol Ther*, 40: 144~169, 1927.
7. Calnek BW. Lesions in young chickens induced by leukosis virus. *Avians Dis*, 12: 111~129, 1968.
8. Purchase HG, Biggs PM. Characterization of five isolates of Marek's disease. *Res Vet Sci*, 8: 440~449, 1967.
9. Reynolds DL. Viral enteric infections. In : Calnek BW, Barnes HJ, Beark CW, et al. *Disease of poultry*, 9th ed. Iowa state university press, Ames, Iowa, 619~621, 1991.
10. Cumming RB. Infectious avian nephrosis (uraemia) in Australia. *Aust Vet J*, 39: 145~147, 1963.
11. Sneath PHA, Mair NS, Sharpe ME, et al. *Bergey's manual of Systematic bacteriology*, Williams & Wilkins, Baltimore / London, 2: 1141~1200, 1986.
12. Atlas RM. *Handbook of microbiological media*, CRC press, USA, 1~1078, 1993.
13. 김기석, 정갑수, 김만배 등. 닭 의뢰가검물 병성감정. 농촌진흥청 가축위생연구소 시험연구보고서, 252~257, 1990.
14. 김기석, 이희수, 모인필 등. 닭 의뢰가검물 병성감정. 농촌진흥청 가축위생연구소 시험연구보고서, 228~257, 1991.
15. 김기석, 이희수, 모인필 등. 가금 의뢰가검물 병성감정 및 역학조사. 농촌진흥청 가축생연구소 시험연구보고서, 228~257, 1992.
16. 농림수산부. 농림수산통계연보, 125, 1992.
17. Nair ME, Bamford VW. Necrotic enteritis of broiler chickens in western Australia. *Aust Vet J*, 43: 49~54, 1967.

18. Bains BS. Necrotic enteritis of chickens. *Aust Vet J*, 44: 40, 1968.
19. Helmboldt CF, Bryant ES. The pathology of necrotic enteritis in domestic fowl. *Avian Dis*, 15: 775~780, 1971.
20. Bernier G, Filion R. Necrotic enteritis in broiler chickens. *JAVMA*, 158: 1896~1897, 1971.
21. Johnson DC, Pinedo C. Gizzard erosion and ulceration in Peru broilers. *Avian Dis*, 15: 835~837, 1971.
22. Wijewanta EA, Seneviratna P. Bacteriological studies of fatal *Clostridium perfringens* type-A infection in chickens. *Avian Dis*, 15: 654~661, 1971.
23. Long JR. Necrotic enteritis in broiler chickens. I. A review of the literature and the prevalence of the disease in Ontario. *Can J Comp Med*, 37: 302~308, 1973.
24. Gardiner MR. Clostridial infections in poultry in western Australia. *Aust Vet J*, 43: 359~360, 1967.
25. Bernier G, Phaneuf JB, Filion R. Enterite necrotique chez le poulet de gril. I. Aspect clinicopathologique. *Can J Comp Med*, 38: 280~285, 1974.
26. Broussard CT, Hofacre CL, Page RK, *et al.* Necrotic enteritis in cage-reared commercial layer pullets. *Avian Dis*, 30: 617~619, 1986.
27. Frame DD, Bickford AA. An outbreak of coccidiosis and necrotic enteritis in 16-week-old cage-reared layer replacement pullets. *Avian Dis*, 30: 601~602, 1986.
28. 鈴木達郎, 合田光昭, 橋木和典 等. 鶏の壊死性腸炎. *鶏病研報*, 23: 55~65, 1987.
29. Maxey BW, Page RK. Efficacy of lincomycin feed medication for the control of necrotic enteritis in broiler type chickens. *Poult Sci*, 56: 1909~1913, 1977.
30. Wicker DL, Isgrigg WN, Trammel JH, *et al.* The control and prevention of necrotic enteritis in broilers with zinc bacitracin. *Poult Sci*, 56: 1229~1231, 1977.
31. Hamdy AH, Thomas RW, Kratzer DD, *et al.* Lincomycin dose response for treatment of necrotic enteritis in broilers. *Poult Sci*, 62: 585~588, 1983.
32. Hamdy AH, Thomas RW, Yancey RJ, *et al.* Therapeutic effect of optimal lincomycin concentration in drinking water on necrotic enteritis in broilers. *Poult Sci*, 62: 589~591, 1983.
33. Ficken MD. Necrotic enteritis. In: Calnek BW, Barnes HJ, Beard CW, *et al.* *Disease of poultry*. 9th ed., Iowa state university press, Ames, Iowa, USA, 264~270, 1991.
34. Cowen BS, Schwartz LD, Wilson RA, *et al.* Experimentally induced necrotic enteritis in chickens. *Avian Dis*, 31: 904~906, 1987.
35. Al-Sheikhly F, Al-Saieg A. Role of coccidia in the occurrence of necrotic enteritis of chickens. *Avian Dis*, 24: 324~333, 1980.