

## 염분 수준이 육계 병아리의 생산성과 생리적인 변화에 미치는 영향

황보 종<sup>1,a</sup> · 홍의철<sup>1,a</sup> · 이병석<sup>1</sup> · 이현정<sup>1</sup> · 조성백<sup>1</sup> · 배해득<sup>1</sup> · 이성재<sup>1</sup> · 노환국<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 축산연구소, <sup>2</sup>한국농업전문학교

### The Effect of Salt Contents in Diet and Water on Performance and Physiological Changes in Broiler Chicks

J. Hwangbo<sup>1,a</sup>, E. C. Hong<sup>1,a</sup>, B. S. Lee<sup>1</sup>, H. D. Bae<sup>1</sup>, S. J. Lee<sup>1</sup>, H. J. Lee<sup>1</sup> and W. G. Nho<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>National Livestock Research Institute, R.D.A., Suwon, <sup>2</sup>Korea National Agriculture College, R.D.A.

**ABSTRACT** To investigate the effects of salt contents in diet and water on the growth of broiler chicks, 288 heads of Hubbards strain chicks, were fed with corn-soybean meal diets containing 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0, or 4.0% salt from 1d to 14d posthatching. And 180 chicks were also supplemented with salt to their water at 0, 0.1, 0.2, 0.5 or 1.0%. Feed intake and weight gain tended to decrease as the salt levels in diets increased and those were the lowest in 4% group as 481 g and 168 g, however, mortality was the highest in 4% group as 75.0%. As for the salt levels in water, feed intake and weight gain were low as 427 g and 162 g in 1% group, while mortality was 77.8%. Salt poisoning chicks were shown with thirsty, appetite deficiency, rising impossibility, sleepiness, or convulsions, and in autopsy, were shown with ascites, hydropericardium, cardiac hypertrophy, hemorrhage of eyelid, hemorrhage of trachea, hemorrhage of intestine, etc. Conclusively, salt content above 4% in diet or 1% in water could reduce the performance in broiler chicks.

(Key words : salt, diet, water, mortality, broiler chicks)

## 서 론

염분은 가축에게 중요한 광물질로서의 Na<sup>+</sup>(sodium)과 Cl<sup>-</sup>(chlorine)를 공급하기 위하여 식염 형태로써 급여되는 사료의 필수 영양소로서 적당량의 식염은 타액의 분비와 소화효소의 작용을 촉진시키지만 결핍시 식욕과 성장 저하 그리고 번식 불량 등이 일어나며, 과잉 공급시 여러 가지 중독 증상이 나타난다. 경제적 중요성을 고려한 가축의 사료내 염분 요구량은 대략 0.2%이나 육성우는 0.1%가 요구되며, 말은 0.35%가 요구된다(NRC, 1980). 가축에서 널리 알려져 있는 사료내 염분의 권장량은 NRC(1994)나 Salt Institute(Anonymous, 1974)에서 제시하여 왔다.

섭취한 염분은 동물의 소장 상부인 십이지장에서 주로 흡수되고(NRC, 1980), K<sup>+</sup>(potassium)와 더불어 적절한 농도를 유지하며 중요한 생리학적 역할을 수행한다. Na<sup>+</sup>는 삼투압 유지, 체내 분비액 균형, 조직의 수분 공급, Cl<sup>-</sup>은 주로 유체 전해질 균형을 조절한다. 또한 Na<sup>+</sup>와 K<sup>+</sup>의 안정된 비율에 의

해 심장 활동과 신경 자극 전도 등 생체에 불가결한 중요한 광물질들로서 잘 알려져 있다(NRC, 1980). Na<sup>+</sup>의 수준은 부분적으로 신장에서 aldosterone과 뇌하수체의 항이노 호르몬에 의해 조절되며, 이들 호르몬은 세포 밖 체액에서 Na<sup>+</sup> 대 K<sup>+</sup>의 일정 비율을 유지시키는 기능을 한다(Meneely와 Battersbee, 1976). Cl<sup>-</sup> 대사는 Na<sup>+</sup>와 관련되어 신장에서 Na<sup>+</sup>의 과다 분비는 Cl<sup>-</sup>의 과다 분비를 일으킨다(Forbes, 1962). Na<sup>+</sup> 분비는 또한 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>의 영향을 받아 혈장내 HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>가 상승하면 Na<sup>+</sup>가 분비된다(NRC, 1980).

가축의 염분 중독에 관한 보고(Tracor-Jitco, Inc., 1974; NRC, 1974)는 사료내 5%와 음수 내 2%를 초과할 수 없으며(NRC, 1974), 일반적인 염분의 적정 수준은 육우·젖소 0.5~1.0%(NRC, 2000), 돼지 0.20~0.25%(NRC, 1998), 닭 0.15~0.37%(NRC, 1994) 정도이다.

가금의 경우, 염분 중독 증세(Bains 등, 1979)는 음수량이 갑자기 증가하고, 사료효율이 감소되며, 육체적 상태의 악화, 식욕 결핍, 신경 증상의 발현이 4일째부터 현저히 나타

\* First two authors equally contributed to this work.

\* To whom correspondence should be addressed : nhowgook@rda.go.kr

나고, 복부 팽만과 호흡 결핍도 일부 닭에서 발견된다. 부검에 의해 피하 수종이 관찰되고, 이때 젤라틴성 산출물이 보이지만 없을 수도 있다. 심낭뿐만 아니라 복강과 흉강에 상당량의 맑은 액이 차 있으며, 소화관에는 사료가 거의 없으며 다양한 염증 소견이 관찰되기도 한다. 염분이 사료내 5~10%, 음수내 0.9% 이상에서 심한 폐사율이 발생하고 (Blaxland, 1946), 사료내 염분 함량이 4% 이상이면, 어린 병아리에서 복수증과 심낭 수종 등의 보고(Kare와 Biely, 1948)가 있으나, 관련 연구가 지극히 적고, 그간 품종의 개선과 사료학의 발달로 염분이 가금의 생산성과 생리적인 면에서의 미치는 영향에 대한 연구가 기대되고 있다.

따라서 본 시험은 사료와 음수의 염분 수준이 초생추의 생산성과 생리적인 면에 미치는 영향에 대하여 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시 동물과 시험 설계

#### 1) 시험 1

공시 동물은 1일령 Hubbard종 초생추(평균 체중 44.5±2.0 g) 288수를 이용하였다. 본 시험에서는 기초 사료로서 한국 사양표준(가금, 2002)이 제시한 옥수수-대두박 위주의 육계 초기(0~2주령) 사료를 이용하였으며, 사료내 염분 농도를 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0 및 4.0%로 조절하여 제조한 사료 급이구를 처리구로 하여(Table 1) 총 8처리 3반복, 반복당 12수씩 전체 288수를 임의 배치하여 시험을 수행하였다.

#### 2) 시험 2

Table 1. Formula of experimental diets

Ingredients (%)	Dietary salt level (%)							
	0	0.25	0.5	0.75	1	2	3	4
Corn	54.25	54.00	53.50	53.25	53.00	52.00	51.00	50.00
Soybean meal	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Corn gluten meal	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Corn oil	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tricalcium phosphate	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Limestone	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Salt	-	0.25	0.50	0.75	1.00	2.00	3.00	4.00
DL-methionine	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Vit.-Min. premix <sup>1</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100	100	100	100	100	100	100	100

### Chemical composition<sup>2</sup>

ME(kal/kg)	3,100
Crude protein(%)	22
Ca(%)	2.99
P(%)	0.48
Lysine(%)	0.70
Methionine(%)	0.30

<sup>1</sup> Provided following nutrients per kg of diet : vitamin A, 9,000,000 IU; vitamin D<sub>3</sub>, 2,100,000 IU; vitamin E 15,000 IU; vitamin K, 2,000 mg; vitamin B<sub>1</sub>, 1,500 mg; vitamin B<sub>2</sub>, 4,000 mg; vitamin B<sub>6</sub>, 3,000 mg; vitamin B<sub>12</sub>, 15 mg; Ca-pantothenate, 8,500 mg; niacin, 20,000 mg; biotin, 110 mg, folic acid, 600 mg, Co, 300 mg, Cu, 3,500 mg; Mn, 55,000 mg, Zn, 40,000 mg; I, 600 mg; Se, 130 mg.

<sup>2</sup> Calculated values.

시험 2에서는 시험 1과 동일한 초생추 180수를 이용하였으며, 시험 사료는 염분 0.25%의 기초 사료에 음수내 염분 농도를 0, 0.1, 0.2, 0.5 및 1.0%로 조절하여 총 5처리구, 3반씩, 반복당 12수씩 완전 임의 배치하였다.

## 2. 사양 관리

사양 관리는 4단 직립 철제 케이지(66×46×36 cm)에 12수씩 수용하여, 14일간 사양 시험을 실시하였다. 시험 1과 2에서 급수는 니플을 통하여 자유롭게 마실 수 있게 하였으며, 24시간 연속 점등과 시험기간 중 계사내 평균 온도는 29~35℃의 적정 온도를 유지하였고, 습도는 60~70%를 유지하였다.

## 3. 조사 항목 및 분석 방법

### 1) 증체량, 사료 섭취량, 음수량 및 폐사율

시험 기간 중 체중을 2일 간격으로 오전 10시에 측정하였고, 사료 섭취량과 폐사율은 매일 측정하였다. 사료 섭취량은 사료 잔량을 측정하여 사료 급여량에서 제하여 계산하였다.

### 2) 해부 생리학적 관찰

시험 종료 후 그리고 시험기간 중 폐사한 병아리는 냉장실에 보관하면서 6시간 이내에 해부하여 염분중독 증세 및 염분에 의한 생리 해부학적 상태를 관찰하였다.

### 3) 화학 분석과 통계 처리

시험 사료의 일반 성분은 AOAC(1995)에 의해 분석하였으며, 처리구에 따른 시험 사료의 염분 함량은 퀴타법(Quantab Chloride Titrator Co., Hash, USA)으로 분석하였다. 본 시험에서 얻어진 자료의 통계 처리는 SAS Statical Package Program(SAS, Institute, 1998)에 의하여 분산 분석을 실시하였으며, 처리 평균간의 유의성 검정은 Duncan의 다중 검정법(Duncan, 1955)을 이용하여 95% 수준에서 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 증체량, 사료 섭취량 및 폐사율

#### 1) 시험 1

사료내 염분 수준에 따른 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율은 Table 2와 같다. 증체량과 사료 섭취량은 0% 처리구를 제외하고, 염분 수준이 증가할수록 감소하였다. 증체량은 2% 처리구부터 급격히 감소하기 시작하여 4% 처리구에서 168 g으로 가장 낮게 나타났으며( $p<0.05$ ). 사료 섭취량은 0.25%~1.0% 처리구에서 611~665 g으로 처리구간 유의차가 없었으나, 4.0% 처리구에서 481 g으로 가장 낮았다( $p<0.05$ ). 사료 섭취량의 변화가 생긴 이유는 염분 농도가 진할수록 음수량이 많아지기 때문인 것으로 사료되며 사료 섭취량의 감소로 인하여 증체량도 감소하는 것이라 사료된다. 0% 처리구에서 증체량과 사료 섭취량은 각각 282 g과 525 g으로 2.0% 처리구와 유사하게 나타났다. 염분은 사료 내 필수 영양소로서 염분이 사료 내 함유되어 있지 않은 경우에는 성장이 이루어지지 않지만, 본 시험에서 염분 0%의 사료를 제작하여 분석한 결과 염분의 함량이 0.2%로 나타나, 0% 처리구에서도 어느 정도의 성장이 이루어진다고 사료된다. 사료 효율은 증체량과 마찬가지로 사료내 염분 수준이 증가할수록 사료 효율이 낮아졌으며, 4% 처리구에서 0.35로 가장 낮았다( $p<0.05$ ). 폐사율에 대한 결과는 Table 4에 나타내었다. 닭의 폐사는 7일째부터 관찰되기 시작하였으며, 1% 처리구에서 1수, 3%와 4% 처리구에서 각각 5수씩 관찰되었다. 8일째에는 4% 처리구에서 7수가 폐사하여 높은 폐사율을 보였으며, 10일째에 3%와 4% 처리구에서 각각 7수와 6수가 폐사하였다. 0%, 0.25%, 1% 처리구에서는 7일~11일에 1수씩 폐사하여 낮은 폐사율을 나타냈다. 시험기간 동안의 폐사율은 무염처리구와 0.75% 처리구에서 6%였고, 0.25% 처리구에서는 0%였으며, 염분 수준이 높아질수록 폐사율이 높아져 4.0

**Table 2.** Body weight gain, feed intake, and feed efficiency at various salt levels in the diet of chicks from 0 to 2 weeks of age

Traits	Dietary salt levels (%)								SEM <sup>1</sup>
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	3.0	4.0	
Body weight gains(g/bird)	282 <sup>b</sup>	382 <sup>a</sup>	334 <sup>a</sup>	326 <sup>ab</sup>	308 <sup>b</sup>	272 <sup>b</sup>	264 <sup>b</sup>	168 <sup>c</sup>	26
Feed intakes(g/bird)	525 <sup>bc</sup>	665 <sup>a</sup>	611 <sup>a</sup>	628 <sup>a</sup>	630 <sup>a</sup>	564 <sup>b</sup>	512 <sup>c</sup>	481 <sup>c</sup>	19
Gain/Feed	0.54 <sup>a</sup>	0.57 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.52 <sup>a</sup>	0.49 <sup>ab</sup>	0.48 <sup>ab</sup>	0.44 <sup>b</sup>	0.35 <sup>c</sup>	0.034

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean for 12 chicks per pen with 3 pens per treatment.

<sup>a-c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly( $p<0.05$ ).

% 처리구에서 75%로 가장 높게 나타났다. 10일째에 폐사율이 높은 이유는 병아리의 체내에 고농도의 염분이 축적되어 염분 중독을 일으키고, 염분 중독이 걸린 닭들이 수일 내에 폐사하기 때문이라고 사료된다. Blaxland(1946)는 염분이 사료내 5~10% 함유되어 있을 때 병아리에서 심한 폐사율이 발생한다고 보고하였는데, 본 시험의 결과에서도 3%와 4% 처리구에서 반수 이상이 사망한 것으로 나타났으며, 예비시험에서 6%까지 급여한 결과에서도 70~80%까지 폐사율이 나타나 유사한 결과를 보였다. 2%와 3% 처리구를 비교해 보면, 폐사율이 각각 33.3%와 61.1%로서 큰 차이를 보이고 있으나, 체중과 사료 효율은 유사한 결과가 나타났는데, 3% 처리구에서는 병아리들이 복부에 물이 차 있는 것이 육안으로 확인이 되었으며, 아마도 복강내 복수의 무게로 인하여 체중이 2% 처리구와 차이가 없는 것으로 사료되었다.

2) 시험 2

음수내 염분 수준에 따른 증체량, 사료 섭취량 및 사료 효율의 변화는 Table 3에 나타내었다. 증체량은 시험 1에서와 같이 음수내 염분의 수준이 증가할수록 감소하였다. 특히, 0.5% 처리구에서 급격한 감소를 보였으며, 1% 처리구에서는 162 g으로 가장 낮게 나타났( $p<0.05$ ). 사료 섭취량은 음수내 염분 수준이 증가할수록 섭취량이 감소하여 0% 처리구에서 612 g이었으나 1% 처리구에서 427 g으로 섭취량이 급격히 감소하였다( $p<0.05$ ). 본 시험에서는 음수량 측정에 문제가 발생하여 사료 섭취량과 음수량 사이의 관계를 구명하지 못하였으나, 염분 함량이 높아질수록 음수량이 줄고 따라서, 사료 섭취량에 관계하였을 것으로 사료된다. 사료 효

Table 3. Body weight gain, feed intake, and feed efficiency at various salt levels in the water of chicks from 0 to 2 weeks of age

Traits	Watery salt levels (%)					SEM <sup>1</sup>
	0	0.1	0.2	0.5	1.0	
Body weight gains(g/bird)	337 <sup>a</sup>	323 <sup>a</sup>	305 <sup>ab</sup>	282 <sup>b</sup>	162 <sup>c</sup>	11
Feed intakes (g/bird)	612 <sup>a</sup>	610 <sup>a</sup>	610 <sup>a</sup>	588 <sup>b</sup>	427 <sup>bc</sup>	17
Gain/feed	0.55 <sup>a</sup>	0.53 <sup>ab</sup>	0.50 <sup>ab</sup>	0.48 <sup>b</sup>	0.38 <sup>c</sup>	0.024

<sup>1</sup> Pooled standard error of the mean for 12 chicks per pen with 3 pens per treatment.

<sup>a~c</sup> Means with different superscripts in the same row differ significantly( $p<0.05$ ).

율은 음수내 염분 농도가 증가할수록 낮아졌으며, 1% 처리구에서 0.38로 가장 낮게 나타났( $p<0.05$ ). 음수내 1% 처리구에서는 병아리들이 복강내에 물이 차 있어 복강내에 차 있는 물의 무게로 인하여 체중이 약간 증가되는 것으로 사료된다. 병아리의 폐사는 Table 5에 나타내었는데 0, 0.1, 0.2% 처리구에서는 폐사한 닭이 없었으며, 0.5%와 1% 처리구에서 3일째부터 관찰되기 시작하였으며, 이것은 사료의 경우 7일째 관찰된 것보다 일찍 관찰되어 음수에 함유된 염분에 의한 피해가 사료에 함유된 것보다 더 크다는 것을 보여주고 있다. 1% 처리구에서는 0.5% 처리구와 6일까지는 유사한 폐사율을 보였으나, 10일째부터 폐사율이 급격히 높아졌다. 10일째부터 폐사율이 높게 나타난 것은 사료에서와 유사한 경향으로서, 염분 중독에 의하여 병아리가 폐사에 이르기까지 대략 10일 정도가 걸린다고 사료된다. 전체적인 폐사율을 보면, 0.5% 처리구에서 폐사율이 25%였고, 1% 처리구에서는 77.8%로 높게 나타났다. Blaxland(1946)가 음수내 0.9% 염분이 함유되어 있을 때, 5일 안에 100% 폐사한다는 보고와는 달리, 본 시험의 병아리들은 1% 처리구에서 14일 동안 77.8%의 폐사율을 보여 서로 다른 결과를 보여 주었다.

2. 염분 중독에 의한 해부 생리학적 상태

시험 기간 중 염분 중독 증상을 나타낸 닭들은 식욕이 감소되고 갈증을 느끼며 졸림 현상과 기립 불능 상태를 나타내었다. 또한 소수에서 경련 증상을 나타내었는데 이러한 닭들은 다음날 폐사하였다. 영양분을 충분히 섭취하지 못하면 혈액 내에 단백질이 부족하게 되어 삼투압의 변화가 생기며, 결국 혈액 성분이 조직으로 흘러드는 수종이 생긴다(Forbes, 1962). 이런 증상이 생기면 외관적으로 배가 불러 보이는데

Table 4. Mortality at various salt levels in the diet of chicks from 0 to 2 weeks of age

Traits	Dietary salt levels (%)							
	0	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	3.0	4.0
Mortality (%)	6.0	0	0	6.0	8.3	33.3	61.1	75.0

Table 5. Mortality at various salt levels in the water of chicks from 0 to 2 weeks of age

Traits	Watery salt levels (%)				
	0	0.1	0.2	0.5	1.0
Mortality (%)	0	0	0	25.0	77.8

이는 복강내 복수가 찻기 때문이다. 본 시험에서도 부검 결과 복수증(Fig. 1), 심낭 수종(Fig. 2), 심비대(Fig. 3) 등의 뚜렷한 증상이 나타났으며, 안검(Fig. 4), 기관(Fig. 5) 및 장(Fig. 6)에서 많은 출혈 소견도 관찰되었다. 시험 1의 3%와 4% 처리구, 시험 2의 1% 처리구에 있는 병아리들에서 이러한 증상들이 나타났다. 이것은 염분중독에 의한 닭들이 신장염, 심근 출혈, 복수증, 피하 부종 등이 나타난다는 보고(Barlow, 1948)와 유사한 결과를 나타내었다.

적 요

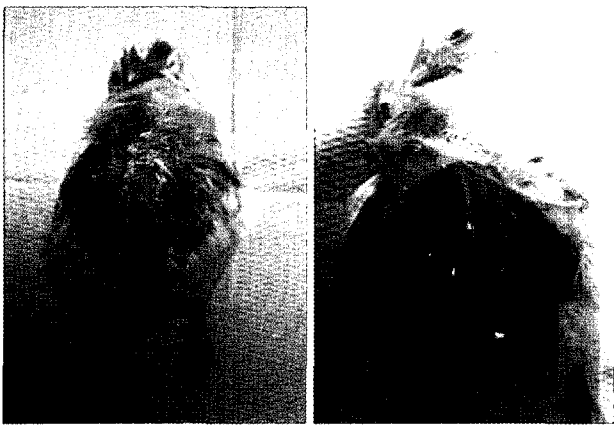


Fig. 1. Ascites by salt poisoning at 4% salt level in the diet in chicks 7 days of age.



Fig. 2. Hydropericardium of 14 days chicks at 4% salt level in the diet.



Fig. 3. Cardiac hypertrophy of 14 days chick at 3% salt level in the diet.



Fig. 4. Hemorrhage of eyelid at 14 days chick at 3% salt level in the diet.



Fig. 5. Hemorrhage of trachea at 14 days chick at 4% salt level in the diet.

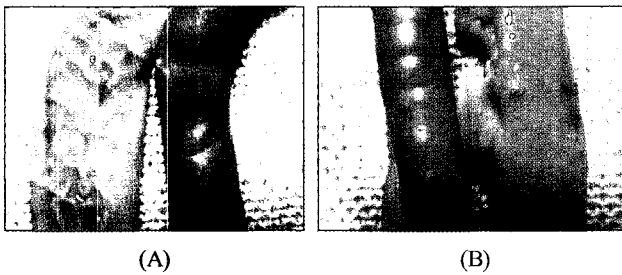


Fig. 6. Hemorrhage of intestine at 14 days chick at 4% salt level in the diet(A; Cecum, B ; Duodenum).

다. 시험 1에서, 사료내 염분 함량은 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0%로 조절하여 8처리구 처리구당 3반복, 반복당 12수씩 총 288수에 급여하였고, 시험 2에서, 음수내 염분 함량은 0, 0.1, 0.2, 0.5, 1.0%로 조절하여 5처리구 처리구당 3반복, 반복당 12수씩 총 180수에 공급하였다. 시험 1의 경우에, 사료 섭취량과 증체량은 사료내 염분 함량이 증가할수록 감소하는 경향이였다. 특히 4% 처리구에서 각각 481 g과 168 g으로 가장 낮았으며, 폐사율은 75%로 가장 높았다. 시험 2의 경우에는, 음수 1% 처리구에서 사료 섭취량과 증체량은 각각 427 g과 162 g이었고, 폐사율은 77.8%로 가장 높았다. 염 중독 증상을 나타낸 닭들은 갈증, 식욕부진, 기립불능, 졸림, 경련 등을 나타내었고, 부검 소견에서는 복수증, 심낭수종, 심비대, 각종 장기의 출혈 등이 나타났다.

이상의 결과로 육계 초기에서 사료내 염분 함량이 3%, 음

수내 염분 함량은 1% 이상에서 뚜렷한 생산성의 저하는 물론 생리 해부학적인 염분중독 증상이 나타남을 알 수 있다.

## 인용문헌

- Anonymous 1974 Salt for Livestock, Poultry and Other Animals. Salt Institute Alexandria Va.
- AOAC 1995 Official Method of Analysis(16th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington DC USA.
- Bains BS, BVSc, MACVSc 1979 가금 질병편람. 287.
- Barlow JS, Slinger SJ, Zimmer RP 1948 The reaction of growing chicks to diets varying insodium chloride content. *Poult Sci* 27:542.
- Blaxalnd JS 1946 The toxicity of sodium chloride for fowls. *Vet J* 102:152.
- Duncan DB 1955 Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1.
- Forbes GB 1962 Sodium pp 2-72 *In* C. L. Comar and F. Bronner (eds.). *Mineral Metabolism. An advanced Treatise, vol II* Academic Press, New York.
- Kare MR, Biely J 1948 The toxicity of sodium chloride and its relation to water intake in baby chicks. *Poult Sci* 27:751.
- Meneely GR Battarbee HD 1976 Sodium and potassium. *Nutr Rev* 34:225.
- NRC 1974 Nutrients and Toxic Substances in Water for Livestock and Poultry. National Academy of Sciences. Washington DC.
- NRC 1980 Mineral Tolerance of Domestic Animals. National Academy of Science. Washington DC.
- NRC 1994 Nutrient Requirements of Poultry. 8th revised ed. National Academy Press. Washington DC.
- NRC 1998 Nutrient Requirements of Swine. National Academy Press. Washington DC.
- NRC 2000 Nutrient requirement of beef/dairy cattle. National Academy Press. Washington DC.
- SAS/STAT 1998 SAS user's guide. Release 6.12 edition, SAS Institute Inc, Cary NC.
- Tracor-Jitco Inc 1974 GRAS monograph series. Sodium chloride, potassium chloride. US Department of Health, Education, and Welfare, Food and Drug Administration.