

Dried Whey와 Chitin의 添加가 Broiler Chick의 成長에 미치는 影響에 관한 研究

李 美 淑·牟 壽 美*

韓南大學 食品營養學科·*서울대학교 食品營養學科
(1985년 3월 29일 접수)

Effect of Diets Containing Dried Whey and Chitin on Growth Rate of Broiler Chicks

Mee-Sook Lee and Su-Mi Mo*

Department of Food and Nutrition, Han-Nam University
**Department of Food and Nutrition, Seoul National University*
(Received March 29, 1985)

Abstract

Two experiments, utilizing 204 broiler chicks of the Maniker strain, were conducted to study the effects of dried whey and chitin on the growth of chicks. In the first experiment, diets containing 5%, 10%, or 15% dried whey, or a control diet with no whey, were fed to chicks from 1 day to 4 weeks of age. There were no significant differences among the dietary groups, with respect to the rate of growth or protein or feed efficiency. In the second experiment, chicks were fed with diets containing no whey, 2% chitin, 20% dried whey, or 20% dried whey plus 2% chitin, from 1 day to 4 weeks of age. Adverse effects (diarrhea, crooked toes and enlarged cecum) were observed in the group fed 20% dried whey. The protein efficiency ratio (PER) and feed efficiency ratio (FER) tended to improve in the dietary groups with dried whey, as compared to the control group. No significant differences were observed in the total carcass nitrogen and lipid levels of dietary groups. But the chitin-supplemented diets tended to improve on the growth rate compared to the groups without chitin. The results of the two experiments suggest that the growing broiler chick can tolerate up to 15% dried whey in the diet, without any harmful effect on growth. Also, chitin may improve the poorer growth rate of chicks fed dried whey, but not all of the adverse effects of whey.

緒 論

우유는 사람 또는 포유동물의 成長·發達 및 維持에 필요한 모든 영양소를 골고루 함유하고 있는 完全에 가까운 食品으로서 정상인은 물론 특히 성장기 어린이, 임신·수유부 및 노약자에게 필요한 식품으로 알려져 왔다.¹⁾ 이러한 우유의 必要性에도 불구하고

고 우유를 다량 섭취했을 때 설사를 유발하는 증상, 즉 lactose malabsorption & intolerance가 70~90% 정도 발생하는 東洋人에 있어서 우유 및 유제품의 섭취에는 많은 문제점이 뒤따른다.

또한 우유를 原料로 製造되는 치즈 생산과정의 副産物로서 얻어지고 있는 whey는 우유 단백질의 15~25%를 함유하고 있는 액체이며, dried whey는

단백질 11.0~13.0%를 함유한 營養學的으로 중요한 食品資源이지만 lactose를 72.0~75.0% 함유하고 있기 때문에 lactose intolerance를 나타내는 사람과 동물에게 설사를 유발시킴으로써, 세계적으로 생산되고 있는 whey의 약 35%가 利用되지 못하고 버려지고 있다. 따라서 環境汚染이라는 문제점과 아울러 人類에게 利用 가능한 資源을 버리는 결과를 초래하고 있다. 그러므로 더 많은 whey의 利用은 環境汚染의 防止뿐만 아니라 인류 중 營養不足狀態에 있는 人들에게 營養소를 공급할 수 있는 좋은 방법이 될 수 있다고 여겨진다.²⁾

현재까지 Whey는 動物의 飼料로서³⁾ 뿐만 아니라 사람에게 있어서도 infant food formulation, 수유부 제조, 제빵업, 아이스크림과 음료 등의 食品工業에 利用되고 있으며,^{2~5)} 황달, 위장병, 화상, 통풍, 뇨독증 및 tyrosinemia & hyperphenylalaninemia 등의 治療에도 이용되고 있다.⁶⁾ 動物의 飼料에 whey를 添加함으로써 얻는 利點으로는 飼料效率의 증가, carcass quality의 증가, 어린 동물에 있어서 成長率의 증가 및 거름의 이용 등이 있고 不利한 點으로는 저장성이 낮고 처음 施設費의 문제와 적응 때까지 일어나는 體重減少, 설사, 현기증 등의 문제점이 있다.³⁾ 이러한 문제점을 일으키지 않는 적절한 수준의 whey 添加에 대한 연구가 young turkey,⁷⁾ growing pig,⁸⁾ steer,⁹⁾ rat & swine,¹⁰⁾ laying hen¹¹⁾ 등을 대상으로 행하여졌고, baby pig¹²⁾와 rat^{13,14)}에 있어 영양소 利用率에 대한 lactose의 효과, pig,¹⁵⁾ rat¹⁶⁾ 등으로 행한 lactose와 intestinal lactase activity와의 관계, lactose 섭취와 cholesterol 대사¹⁷⁾ 등 많은 연구가 행하여졌으나 whey의 소화·흡수를 촉진시킬 수 있는 방법에 관한 연구는 매우 드물다.

또한 chitin(poly-β-(1→4)-N-acetyl-D-glucosamine)은 海洋의 無脊椎 動物, 昆虫類, 곰팡이류 및 효모 등 자연계에 널리 분포되어 있는 cellulose-like biopolymer로서 外科用的 縫合絲, 抗生劑 製造에 쓰이며, 상처치유를 증진시키고¹⁸⁾ bifidobacteria의 成長促進因子로 작용한다는 보고들이 있다.^{19,20)}

이러한 chitin의 성질 중, lactose 대사를 증진시키는 데에 있어서 alkyl-N-acetylglucosamine (NAG) moiety가 어떻게 작용하는 지는 완전히 밝혀져 있지 않으나, lactose, NAG, glucose & galactose로 이루어진 tetraose fraction이 fucose와 결합함으로써 장내 lactose 소화를 증진시킬 것이라는 연구와¹⁸⁾ NAG moiety가 미생물의 세포막 구성성분이므로 장내 bifidobacteria의 growth factor로 작용하여 lactose의

소화를 증진시킨다는 Pope의 실험을²⁰⁾ 참고하여, 먼저 broiler chick의 飼料에 dried whey와 chitin을 添加·飼育함으로써 나타나는 영향을 관찰하고자 본 실험을 계획하였다. 이에 앞서 著者들은 우리나라에서 쉽게 구할 수 있는 甲殼類 5種의 점질 중 chitin 함량과 chitin-protein 結合狀態 및 程度를 測定한 바 있다.²¹⁾

본 연구에서는 먼저 실험1에서 dried whey의 添加率에 따른 broiler chick의 成長 및 臟器와 糞의 상태를 관찰하였고, 실험2에서는 실험1과 Austin의¹⁹⁾ 실험을 비교하여 설사와 함께 異狀症勢를 나타낼 수 있는 dried whey의 수준을 20%로 정하고 여기에 2% chitin을 첨가하여 飼育하였다. 본 보고서는 위 두 실험 결과 나타난 broiler chick의 成長率, 飼料效率과 단백질 효율 및 carcass의 nitrogen과 lipid 함량을 分析·比較한 결과이다.

材料 및 方法

實驗動物

부화한지 하루된 Maniker 종의 broiler chick를 실험동물로 사용하였다. 실험1은 96마리(male : female = 1 : 1)를 각 군당 24마리씩 4군으로, 실험2에서는 108마리(male : female = 1 : 1)를 각 군당 18마리씩 6군으로 體重에 따라 random하게 나누어 각각 4주간 飼育 試驗하였다. 실험기간은 1984년 5월 17일부터 6월 14일까지 실험1을 행하였고, 1985년 1월 6일부터 2월 3일까지 실험2를 행하였다.

實驗食餌

실험1은 Table 1에서와 같이 대조식이군에 사용한 市販飼料(우성, Royal 전기)를 기준으로 하여 dried whey를 5%, 10% 및 15% 첨가한 3실험군 모두 初生雛의 成長에 부족하지 않은 수준의 에너지, 단백질 및 무기질 등을 공급할 수 있도록 한 다음, 대조식이군과 실험식이군 간의 成長率, 飼料效率, 단백질 효율, 體脂肪量과 體窒素量 및 serum cholesterol 함량을 비교함으로써 whey의 첨가수준이 병아리의 성장에 미치는 영향을 관찰하였다.

실험2에서는 실험1의 결과 15% whey 첨가군이 成長率에 있어서 有意한 差를 보이지 않았기 때문에 Austin¹⁹⁾의 실험에 따라 20% whey를 첨가하였다. 실험식이는 孫과 韓²²⁾의 실험결과와 실험1의 食餌를 고려하여 Table 2와 같이, 대조식이군(I)을 포함하

Table 1. Formula and chemical composition of experiment 1 diets.

| Ingredients or Chemical Composition | Control | 5% whey | 10% whey | 15% whey |
|--|---------|---------|----------|----------|
| Ingredients (%); | | | | |
| Basal diet* | 97.01 | 91.51 | 85.26 | 79.71 |
| Casein | 1.45 | 1.93 | 2.37 | 2.81 |
| Corn starch | 0.97 | 0.96 | 1.51 | 1.78 |
| Corn oil | — | 0.19 | 0.76 | 1.03 |
| Whey (dried)** | 0.45 | 4.82 | 9.47 | 14.06 |
| Calcium Phosphate | — | 0.39 | 0.38 | 0.34 |
| DL-methionine (50%) | 0.12 | 0.20 | 0.24 | 0.26 |
| Total | 100.00 | 100.00 | 99.99 | 99.99 |
| Chemical Composition; | | | | |
| Crude protein (%) | 22.1 | 22.0 | 21.6 | 21.4 |
| ME (Kcal/Kg) | 3,100 | 3,060 | 3,045 | 3,010 |
| Calcium (%) | 0.75 | 0.87 | 0.87 | 0.86 |
| Phosphorus (%) | 0.65 | 0.71 | 0.71 | 0.71 |

*Royal Starter diet, Woo Seong Feed.

**Sweet Whey, Austria.

Table 2. Formula and chemical composition of experiment 2 diets.

| Ingredients or Chemical Composition | I * | II * | III * | IV * | V | VI |
|--|---------|-----------------------|----------------------|------------------------------------|--------------|--------------|
| | Control | Control+ 2% chitin | Control+ 20% whey | Control+ 2% chitin+ 20% whey | | |
| Ingredients(%); | | | | | | |
| Corn, yellow | 61.7 | 62.1 | 41.6 | 40.0 | | |
| Soybean meal (44%) | 28.5 | 19.7 | 19.9 | 16.0 | | 78% |
| Corn gluten meal (61.5%) | — | 6.3 | 5.0 | 8.0 | | of |
| Fish meal (61%) | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 98% | Control diet |
| Soybean oil | 0.7 | 0.5 | 4.7 | 5.0 | of | + |
| Whey (dried)** | — | — | 20.0 | 20.0 | Control diet | 20% |
| Chitin*** | — | 2.0 | — | 2.0 | + | of |
| Limestone | — | — | — | 0.4 | 2% | Whey (dried) |
| Calcium phoshate | 1.50 | 1.75 | 1.2 | 0.95 | of | + |
| DLamethionine (50%) | 0.20 | 0.25 | 0.20 | 0.25 | Chitin | 2% |
| Salt | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 0.1 | | of |
| Vitamin. mix **** | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | | Chitin |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Chemical Composition; | | | | | | |
| Crude protein(%) | 22.2 | 23.3 | 22.2 | 22.3 | 21.5 | 19.5 |
| ME (kcal/kg) | 3,020 | 3,025 | 3,045 | 3,040 | 2,940 | 2,720 |
| Calcium(%) | 1.00 | 1.05 | 1.06 | 1.12 | 0.97 | 0.97 |
| Phosphorus(%) | 0.77 | 0.77 | 0.78 | 0.71 | 0.75 | 0.75 |

* 4 groups are iso-calory & iso-protein

** Sweet whey, Austria

*** Chitin: (C₈H₁₃NO₅)_n, Nakarai Chemical LTD., Japan**** Vitamin. mixture used herein contained following in 1 kg: Vitamin A, 25,000 IU; Vitamin D₃, 562,500 IU; Vitamin E, 1,625 IU; Vitamin K₃, 250mg; Thiamin, 125 mg; Riboflavin, 1,250mg; Vitamin B₆, 125mg; Vitamin B₁₂, 1,750mg; Niacin, 5,625mg; Biotin, 25mg; Ca-pantothenate, 2,500mg; Folic acid, 62.5mg; Manganese, 16,250mg; Zinc, 11,250mg; Iron, 15,000mg; Copper, 7.50mg; Iodine, 125mg; Cobalt, 50mg; Selenium, 12.5mg

여 대조식이군과 동량의 에너지 및 단백질 함량을 가지면서 2% chitin 함유군(II), 20% dried whey 함유군(III), 20% dried whey와 2%chitin 함유군(IV)의 4군과 Austin¹⁹⁾의 실험과 같이 98% 대조식이에 2% chitin을 첨가한 V군과 78%의 대조식이에 20% dried whey와 2% chitin을 첨가한 VI군으로 나누어 실시하였다. 실험2는 chitin이 whey의 利用率에 어떤 영향을 미치는지 관찰하고자 행하였다. 모든 실험식이의 化學的 組成의 계산은 NRC²³⁾의 사료분석 표에 의하였다.

實驗方法

실험식이와 물은 ad libitum으로 공급하였다. 병아리는 通風이 잘 되고 온풍기가 설치된 飼育室에서 stainless steel wire로 만든 cage에 사육하였다.

Cage는 군 별로 임의 배치하였고 24시간 點燈法을 사용하였다. 물은 하루 3회, 식이는 하루 1~3회 식이섭취량에 따라 공급하였다. 기타 사양관리는 서울대학교 영양학연구실 관행법과 韓仁圭²⁴⁾의 영양학 실험법에 준하였다.

體重은 1주일에 한 번 측정하였고 각 실험군마다 실험1에서는 실험시작 후 2주째에 12마리, 4주째에 12마리를, 실험2에서는 2주째에 6마리, 3주째에 3마리, 4주째에 9마리를 각각 희생시킨 후 즉시 비닐봉

지에 넣어 分析할 때까지 -40°C에서 冷凍·保管하였다. 실험1에서는 병아리의 心臟에서 血液을 採取하여 serum을 분리한 후 영동 cholesterol kit(Liberman-Burchard 반응, 영동제약주식회사)를 사용, total serum cholesterol 함량을 측정하였다.

Carcass 分析용 試料로는 얼린 병아리를 실온에서 녹혀 무게를 측정한 다음 autoclave에서 120°C로 90분간 軟化시킨 후 즙을 만들어 사용하였다. Carcass의 nitrogen 함량은 Kjeldahl 법으로²⁵⁾ 측정하였고, fat 함량은 Bligh and Dyer²⁶⁾에 의하였다.

실험식이 처리에 의한 각 군 간의 차이에 대한 統計的 有意性은 t-test에 의하였다.

結果 및 考察

1) 成長率 및 臨床所見

실험1의 5%, 10% & 15% whey군은 대조식이군과 비교하여 성장율에 있어 유의한 차를 나타내지 않았다(Table 3).

실험2에서는 Table 3과 같이 대조식이군과 비교하여 동량의 에너지를 함유한 20% whey식이군인 III군과 IV군이 4주째에는 대조식이군과 통계적으로 유의한 차를 나타내지 않은 반면, 2% chitin함유군인 II군과는 유의하게 낮은 성장율을 보이고 있다. 98%

Table 3. Growth rate of chicks.

| | | Experiment 1 | | | | Experiment 2 | | | | | | |
|---|----|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| | | 5% | 10% | 15% | I | | II | III | IV | V | VI | |
| A | B | Control | whey | whey | Control | +2% | +20% | Control + 20% whey + 2% chitin | Control + 20% whey + 2% chitin | 98% Control + 2% | 78% Control + 20% whey + 2% chitin | |
| 0 | 24 | 43.7 ±2.2 | 43.7 ±2.1 | 43.7 ±2.2 | 43.7 ±2.3 | 18 | 47.5 ±2.4 | 47.4 ±2.3 | 47.3 ±2.4 | 47.3 ±2.4 | 47.3 ±2.4 | 47.4 ±2.3 |
| 1 | 24 | 130.1 ±31.2 | 133.9 ±30.6 | 130.5 ±30.4 | 123.9* ±28.6 | 18 | 145.9 ±10.7 | 147.1 ±6.5 | 140.3 ±10.3 | 133.9 ^{a,b,c} ±9.2 | 143.5 ^d ±9.5 | 124.6 ^e ±13.0 |
| 2 | 24 | 307.7 ±72.7 | 315.6 ±31.4 | 295.3 ±72.0 | 293.4* ±27.5 | 18 | 305.1 ±79.6 | 321.0 ±18.8 | 275.3 ^b ±77.3 | 287.2 ^b ±24.5 | 307.5 ^{b,d} ±21.6 | 227.0 ^e ±87.2 |
| 3 | 12 | 589.3 ±66.8 | 561.8 ±57.7 | 567.2 ±68.1 | 555.8 ±51.6 | 12 | 572.8 ±55.5 | 581.8 ±32.1 | 524.4 ±95.8 | 523.1 ^{a,b} ±54.1 | 535.9 ^b ±45.7 | 488.6 ^{a,b} ±45.5 |
| 4 | 12 | 909.7 ±114.5 | 859.8 ±89.9 | 881.7 ±103.4 | 865.6 ±80.5 | 9 | 866.5 ±78.6 | 898.4 ±67.8 | 777.2 ^b ±112.8 | 823.6 ^b ±71.6 | 827.0 ^b ±69.9 | 774.2 ^{a,b} ±75.8 |

A: week
B: No. of animal
Values are Mean±S. D.

- *: Significant at P<0.01, compared with 5% whey group
- a: Significant at P<0.05, compared with group I
- b: Significant at P<0.05, compared with group II
- c: Significant at P<0.05, compared with group III
- d: Significant at P<0.05, compared with group IV
- e: Significant at P<0.05, compared with I, II, III, IV and V group.

대조식에 2% chitin을 함유한 V군은 2% chitin군(II)과 비교하여 2주부터 낮은 성장율을 보이나 대조식이군과는 차이가 없었다. 78% 대조식에 20% whey와 2% chitin을 함유한 VI군에 있어서는 모든 다른 군보다 成長率이 낮았는데 이것은 Table 2에 나타나 있듯이 初生雛의 成長에 필요한 에너지와(대조군의 90%) 단백질(대조군의 88%)의 부족때문이라 생각된다.

Fig. 1에서(실험1) 5% whey군이 15% whey군보다 1~2주에는 成長率이 높은 경향을 보였으나 4주가 되면서 차이가 없어지는 것으로 미루어 볼 때 飼料에 15%의 whey를 첨가한 食餌는 병아리의 成長에 따라 耐性(tolerance)이 생길 수 있음을 示唆하고 있다.

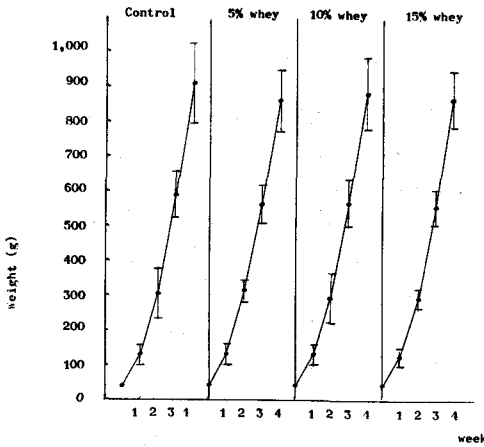


Fig. 1. Growth rate of Experiment 1.

반면 Fig. 2와 같이(실험 2) 20% whey 첨가군인 III군과 IV군이 2주 후부터 I군과 II군에 비하여 낮은 體重을 보이고 있으나 個體差가 심하여 4주째에는 대조식이군과 비교하여 유의한 차를 나타내지 못하였다. 그러나 개체차를 줄일 수 있다면 20% whey군인 III군은 4주에 유의한 차를 보일 것으로 추정된다 ($P < 0.1$). 20% whey와 2% chitin을 함유한 IV군은 III군에 비하여 개체차가 적음으로써 1주와 3주에 대조군보다 낮은 성장율을 보였으나 4주에는 빠른 체중 증가를 보이고 있다. 또한 2% chitin 함유군인 II군은 대조식이군(I)과 비교하여 통계적으로 유의하지는 않으나 약간씩 높은 평균체중을 나타내고 있으며, 2주부터 대조식이군을 제외한 4군(III, IV, V, VI)보다 유의하게 높은 평균체중을 나타내고 있다. 2% chitin 대체군인 V군은 에너지와 단백질 수준이 각각 85 Kcal/kg, 0.8% 높은 II군에 비하여 成長率이 낮으나 80 Kcal/kg의 에너지와 0.7%의 단백질

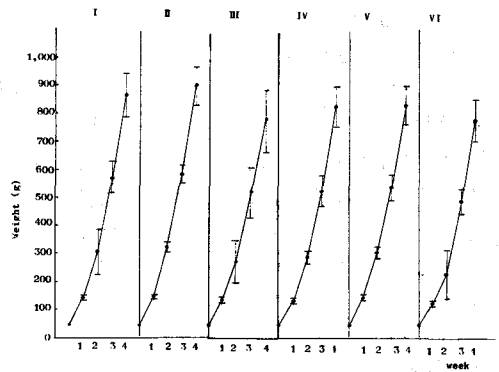


Fig. 2. Growth rate of Experiment 2.

- I : Control group
- II : Control+2% chitin group
- III : Control+20% whey group
- IV : Control+20% whey+2% chitin group
- V : 98% Control+2% chitin group
- VI : 78% Control+20% whey+2% chitin group

수준이 높은 대조식이군과 비교하여서는 큰 차이가 없었다. 따라서 실험2의 결과로 미루어보면, 4주이상 長期飼育했을 때 chitin의 添加는 飼料의 營養素 利用率을 높여주어 병아리의 成長에 도움을 줄 수 있으리라고 기대된다.

병아리의 糞 狀態를 관찰한 결과, 실험1에서 5% whey군의 병아리는 대조식이군과 큰 차이가 없는 변을 보았으나, 10% whey군은 실험식이 공급 후 1주일간은 間歇적으로 설사를 하였고 2주 후부터 묽은 변으로 移行하였다. 15% whey군은 계속설사를 하였다. 실험2에서는 20% whey 함유군인 III, IV와 VI군 역시 실험식이 공급 1일 후부터 묽은 변을 배설하기 시작하여 식이 섭취량이 증가함에 따라 多量의 물의 섭취와 함께 심한 설사를 하였다.

실험1의 15% whey군에서는 1마리의 발가락이 약간 이상함을 발견하였으나 큰 異狀은 발견되지 않은 반면, 실험2에서는 14일째 되는 날, III군 중 2마리의 오른쪽 발가락이 바깥쪽으로 휘기 시작하였고, 21일째에는 먼저 症狀을 나타낸 병아리들의 발가락이 완전히 바깥쪽으로 휘어졌으며 III군 중 다른 1마리와 IV군 중 2마리, VI군 중 2마리의 발가락이 바깥쪽으로 휜으로써 20% whey를 함유한 모든 식이군에서 같은 症狀을 발견할 수 있었다.(Fig. 3) 이 症狀은 발가락이 안쪽으로 휘는 riboflavin deficiency와 비슷하지만 발가락이 바깥쪽으로 휜다는 점에 차이가 있으며 이 결과는 Austin¹⁹⁾의 결과와 일치한다.



Fig. 3. Effects of diets containing 20% whey on broiler chicks

Left: Chicks fed control diet.
Middle & Right : Chicks fed 20% whey diet.

解剖 결과, 실험1에서 4주째에 15% whey군 12 마리 중 6마리의 맹장이 膨脹되어 있었으며, 실험2에서는 3주째에 20% whey 함유군인 Ⅲ, Ⅳ, Ⅵ군 모두 3마리 중에서 각각 1마리, 2마리, 1마리의 맹장이 膨脹되어 있었고, 마지막 4주째 解剖結果, Ⅲ, Ⅳ와 Ⅵ군의 모든 병아리의 맹장이 膨脹되어 있음을 관찰할 수 있었다. 이것은 Broussalian & Westoff¹⁴⁾의 쥐실험에서 우유를 먹인 쥐의 맹장이 乳糖을 加水分解시킨 우유를 먹인 쥐의 맹장보다 膨大되어 있었다는 것과 비슷한 결과이다.

2) 飼料効率 및 단백질 효율

Table 4와 Table 5에 나타난 바와 같이 飼料効率 및 단백질 효율에 있어 각 군 모두 1, 2주에 높고 3주부터 떨어지는 경향을 보이고 있다. 실험1에 있어서 단백질 효율은 10%와 15% whey군이 대조식이군과

Table 4. Protein efficiency ratio(PER) of chicks

| | | Experiment 1 | | | | Experiment 2 | | | | | | |
|---|----|---------------|---------------|----------------|----------------|--------------|---------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| | | 5% | 10% | 15% | | I | II | III | IV | V | VI | |
| A | B | Control | whey | whey | whey | Control | Control + 2% chitin | Control + 20% whey | Control + 2% chitin | 98% Control + 2% chitin | 78% Control + 20% whey + 2% chitin | |
| 1 | 24 | 3.45 ±0.08 | 3.45 ±0.19 | 3.44 ±0.16 | 3.42 ±0.22 | 18 | 3.16 ±0.21 | 3.21 ±0.01 | 2.96 ±0.19 | 2.94 ±0.14 | 3.24 ^b ±0.01 | 3.10 ±0.27 |
| 2 | 24 | 3.14 ±0.09 | 3.11 ±0.08 | 2.92* ±0.12 | 2.86 ±0.28 | 18 | 3.97 ±0.45 | 3.59 ±0.11 | 4.59 ±0.42 | 4.51 ^a ±0.39 | 4.17 ±0.37 | 4.22 ^b ±0.18 |
| 3 | 12 | 2.98 ±0.11 | 3.13 ±0.22 | 3.03 ±0.26 | 3.07* ±0.13 | 12 | 2.46 ±0.12 | 2.44 ±0.10 | 2.36 ±0.14 | 2.78 ±0.33 | 2.64 ^b ±0.08 | 2.60 ^c ±0.13 |
| 4 | 12 | 2.48 ±0.09 | 2.49 ±0.08 | 2.49 ±0.15 | 2.48 ±0.04 | 9 | 2.35 ±0.02 | 2.36 ±0.07 | 2.51 ^a ±0.02 | 2.62 ±0.35 | 2.40 ±0.05 | 2.42 ±0.04 |

A: Week
B: No. of animals
Values are mean ± S. D.
*: Significant at P < 0.05, compared with control group
a: Significant at P < 0.05, compared with group I
b: Significant at P < 0.05, compared with group II
c: Significant at P < 0.05, compared with group III

비교하여 2주째에는 낮은 율을 보였으나 4주에는 같은 수준을 유지함을 볼 수 있다. 실험2의 20% whey 군중 Ⅲ군과 Ⅳ군에 있어서 2주부터 대조식이군과 비슷하거나 높은 율을 보이고 있다. 따라서 20% whey의 첨가가 사료단백질의 이용액을 떨어뜨리지는 않았음을 알 수 있고, 열량과 단백질 수준이 대조군의 약 90%인 Ⅵ군에 있어서도 대조군과 비슷한 효율을 보이고 있다. 또한 20% whey와 2% chitin을 함유한 Ⅳ군이 chitin을 함유하지 않은 Ⅲ군보다 높은 율을 보였으며, 열량과 단백질 함량이 낮은 Ⅵ군이 Ⅴ군과 유의한 차가 없는 수준을 나타냄으로써 chitin의 添加로 whey의 利用率을 높일 수 있지 않을까 기대된다.

실험2의 飼料効率에 있어서는 열량 및 단백질 함량이 다른 군에 비하여 낮은 Ⅵ군이 다른 군들에 비하여 낮았으며, 특히 4주에는 대조식이군과 비교하여 유의한 차를 나타내었다. 20% whey를 함유한 Ⅲ군과 Ⅳ군이 2주부터 비슷하거나 높은 율을 유지했으며 4주에는 Ⅲ군이 대조식이군과 비교하여 유의하게 높은 효율을 나타내었다.

3) Carcass Analysis

(1) Serum cholesterol 함량

Table 6에서와 같이 serum cholesterol 함량은 2주보다 4주에서 낮은 수치를 보였으며 10% whey군이 5% whey 군과 15% whey군에 비하여 4주째에 높은 수치를 나타내었으나 대조식이군과 비교하여서는

Table 5. The performance of broiler chick (0-4 wks)

(per bird)

| Item | A | B | Experiment 1 | | | | Experiment 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|----|--------------|------------|-----------|-----------|--------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|---------|------------|------------|------------|------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|----|------------|------------|------------|------------|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---|----|------------|------------|------------|------------|---|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | | | 5% whey | | 10% whey | | I | | II | | III | | IV | | V | | VI | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Control | 15% whey | Control | 2% chitin | Control | 2% chitin | Control | 20% whey | Control | 20% whey | Control | 20% whey | Control | 20% whey | Control | 20% whey | Control | 20% whey | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Weight gain (g) | 1 | 24 | 90.4±15.6 | 95.8±11.2 | 92.3±11.4 | 87.5±11.5 | 18 | 98.4±10.9 | 99.7±52.7 | 93.0±10.9 | 85.9±9.3 | 96.2±8.2 | 77.2±14.5 | 2 | 24 | 181.2±25.8 | 176.1±24.1 | 167.7±22.2 | 162.1±19.8 | 18 | 176.4±16.5 | 173.9±18.6 | 150.7±30.5 | 153.8±20.6 | 163.9±16.2 | 131.7±23.2 | 3 | 12 | 264.0±37.0 | 253.4±30.4 | 259.3±33.1 | 256.8±29.9 | 12 | 250.8±32.8 | 256.6±24.5 | 226.4±70.9 | 238.0±35.3 | 233.0±28.7 | 227.3±25.3 | 4 | 12 | 329.4±50.5 | 298.1±42.5 | 314.7±45.3 | 309.8±35.4 | 9 | 303.4±22.8 | 316.5±33.9 | 286.8±50.7 | 296.1±32.5 | 292.6±38.6 | 259.9±28.6 |
| Feed intake (g) | 1 | 24 | 118.9±7.5 | 127.9±19.0 | 124.3±8.3 | 120.3±9.9 | 18 | 142.0±13.1 | 139.0±3.8 | 141.1±5.8 | 130.8±2.2 | 137.3±9.5 | 126.4±10.7 | 2 | 24 | 268.4±32.9 | 261.7±24.1 | 268.4±23.6 | 255.6±15.1 | 18 | 203.6±13.4 | 216.9±17.3 | 149.1±29.0 | 154.3±24.8 | 182.9±14.8 | 160.4±9.2 | 3 | 12 | 408.7±37.2 | 375.3±26.0 | 402.9±34.6 | 395.9±30.0 | 12 | 456.9±11.4 | 470.5±11.9 | 394.9±47.3 | 385.4±22.7 | 408.0±35.3 | 448.1±31.4 | 4 | 12 | 599.2±81.6 | 551.1±67.1 | 595.5±69.1 | 588.6±43.2 | 9 | 585.9±17.8 | 601.1±15.1 | 521.5±117.9 | 508.9±40.9 | 564.0±37.5 | 553.0±88.7 |
| Feed efficiency | 1 | 24 | 0.76 | 0.74 | 0.74 | 0.72 | 18 | 0.69 | 0.71 | 0.65 | 0.65 | 0.70 | 0.61 | 2 | 24 | 0.67 | 0.67 | 0.62* | 0.63* | 18 | 0.86 | 0.80 | 1.0 | 0.99 | 0.89 | 0.82 | 3 | 12 | 0.64 | 0.67 | 0.64 | 0.64 | 12 | 0.54 | 0.54 | 0.57 | 0.61 | 0.57 | 0.50 | 4 | 12 | 0.53 | 0.54 | 0.52 | 0.52 | 9 | 0.51 | 0.52 | 0.53** | 0.58 | 0.51 | 0.47** |

Values are mean ±S.D.

*: Significant at P<0.05, compared with control group (exp. 1)

**: Significant at P<0.05, compared with group I (exp. 2)

A: week

B: No. of animals

Table 6. Serum cholesterol values of chicks fed control or whey diets. (mg/100ml)

| Week | Control | 5% whey | 10% whey | 15% whey |
|--------|------------|-------------|------------|-------------|
| 2 (12) | 86.29±50.5 | 86.10±26.2 | 65.39±31.7 | 72.64±30.4 |
| 4 (12) | 50.06±22.3 | 43.40±21.9* | 69.76±30.6 | 45.56±26.2* |

Values are mean ± S.D.

(): Number of animals used for calculation

* : Significant at P<0.05, compared with 10% whey group

유의한 차를 보이지 않았다. 따라서 4주간이라는 短期間의 실험으로는 whey가 serum cholesterol 함량에 미치는 영향에 대해서 斷言할 수 없으며 長期間의 실험이 요구된다.

(2) 체지방량과 체질소량

체지방량과 체질소량의 分析 結果는 Table 7과 같다. 체지방량에 있어서 실험1의 대조식이군이 4주째에 높은 함량을 보인 반면, 실험2의 대조식이군에서는 큰 변화를 나타내지 않음으로써 個體差가 매우 심함을 알 수 있다. chitin을 함유한 II군이 실험2의 다른 군과 비교하여 높은 수치를 나타내지만 유의하지는 않았다. 다만 VI군이 4주째에 낮은 수치를 나타내고 있는 것은 열량 부족으로 인하여 體脂肪의 蓄積이 적은 것으로 생각된다.

실험2의 체질소량에 있어서는 成長함에 따라 단위 체중당 질소량은 감소하지만 전체질소함량은 증가하였고, 설사를 많이 한 20% whey군인 III군이 3주부

터 낮은 수치를 나타내지만 대조군(I)에 비하여 유의한 차는 보이지 않았다. 이것을 Table 3의 증체량과 비교해 볼 때 4주에 VI군과 비슷한 체중을 보인 III군이 체질소량에 있어서는 VI군과 유의한 차를 보이고 있음을 알 수 있다. 이것은 20% whey식이에 의하여 장내에 많은 양의 lactose가 존재하게 되어 수분을 보유시킴으로써 체중은 일정기간 유지되나 체단백질의 보유는 떨어진다 생각되며, VI군은 단백질 함량이 낮고 20% whey를 함유하였지만 2% chitin을 함유하였기 때문에 체단백질의 보유율이 높은 것으로 추정된다. 따라서 4주이상 長期間 飼育한다면 20% whey를 함유한 III군은 체지방과 체단백질량의 減少와 함께 수분의 감소로 體重에 있어서 有意한 減少가 뒤따를 것으로 豫想된다. 또한 실험2의 chitin 함유식이군인 II, IV & VI군의 결과로 미루어 보면 chitin의 適切한 添加는 食餌內 營養素 利用率을 높여줄 수 있을 것으로 思料된다.

Table 7. Body composition of chicks

| | | Experiment 1 | | | | | Experiment 2 | | | | | | |
|---------------------------------|---|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------|--|------------------------------|
| | | Control | 5% whey | 10% whey | 15% whey | | I Control | II Control +2% chitin | III Control +20% whey | IV Control +20% whey +2% chitin | V Control +2% chitin | VI Control +78% Control +20% whey +2% chitin | |
| Total lipid | 2 | 12 | 7.17 ±4.4 | 7.74 ±2.5 | 7.22 ±3.3 | 8.32 ±3.8 | 6 | 6.59 ±4.7 | 8.15 ±3.7 | 7.75 ±3.5 ^c | 5.86 ±4.0 | 7.02 ±3.2 | 6.39 ±5.0 |
| | 3 | | | | | | 3 | 6.18 ±5.4 | 8.18 ±2.5 | 4.90 ±4.3 | 8.32 ±3.6 | 7.77 ±1.3 | 3.85 ±3.4 |
| (%) | 4 | 12 | 9.43 ±1.3 | 7.85 ±2.9 | 7.73 ±1.7* | 7.98 ±1.3* | 9 | 6.55 ±3.9 | 8.28 ±3.5 | 6.48 ±3.6 | 6.93 ±3.9 | 7.56 ±2.8 | 5.55 ±3.0 ^{a, b, c} |
| Total N. | 2 | 12 | 11.42 ±4.0 | 12.87 ±2.4 | 11.73 ±4.1 | 15.0* ±5.3 | 6 | 12.94 ±9.0 | 13.51 ±6.2 | 14.15 ±6.4 | 13.40 ±9.3 | 14.64 ±6.9 | 14.20 ±9.9 |
| (mg/g of body wt.) ³ | 3 | | | | | | 3 | 11.49 ±10.7 | 14.92 ±3.4 | 6.87 ±6.1 | 13.44 ±3.3 | 16.12 ±2.2 | 10.33 ±9.4 |
| | 4 | 12 | 9.99 ±1.2 | 8.96 ±2.9 | 9.48 ±0.7 | 9.72 ±1.2 | 9 | 10.87 ±4.6 | 11.34 ±4.3 | 7.97 ±5.5 ^d | 10.96 ±4.3 | 11.25 ±4.3 | 10.57 ±5.7 |

A: week

B: No. of animals

Values are Mean ±S.D.

*: Significant at P<0.05, compared with control group

a: Significant at P<0.05, compared with group II

b: Significant at P<0.05, compared with group IV

c: Significant at P<0.05, compared with group V

d: Significant at P<0.05, compared with group VI

이러한 결과는 家禽類에게 lactose를 供給하여 설사와 臟器의 異狀을 초래했다는 Manson의 관찰과 일치하였고, Rutter²⁷⁾와 Fox & Briggs²⁸⁾의 lactose 공급에 의한 growth rate 증가와는 상반된 결과를 나타내었다.

Moser¹⁰⁾의 쥐실험에서 30% lactose군이 1주에는 成長率이 떨어졌으나 그 후에는 차이가 없어졌고, 30% lactose에 의하여 사료효율의 감소, 심한 설사, 복부 팽배 등의 증상이 나타났으며, Sewell & West¹²⁾의 돼지실험 결과 lactose 함유식이를 먹인 돼지의 체중증가가 대조식이군보다 빠르고 사료효율 및 단백질의 소화율 역시 lactose 함유군에서 높았다고 한다. 이것은 본 실험의 lactose 함유군이 단백질 효율에 있어서 약간 높은 傾向을 나타내었으나 전체적으로 볼 때 有意한 差를 나타내지 않았고, 또한 대조식이군보다 成長率이 낮지만 유의한 차를 보이지 않은 본 실험의 결과와는 상당한 차이가 있다고 여겨진다. 그리고 본 실험에서 사용된 실험식은 위의 쥐나 돼지의 사료에 포함된 lactose 함량보다 낮은 비율의 lactose를 함유하고 있음에도 불구하고 成長率 低下, 설사 및 臟器의 異狀을 초래한 반면 飼料 効率에 있어서는 큰 차가 없는 것으로 볼 때, 병아리는 쥐나 돼지보다 lactose 이용율이 낮음을 알 수 있다.

Wostman & Kardoss¹⁷⁾에 의한 gerbil의 실험에서 10% lactose를 먹인 gerbil의 serum cholesterol 함량이 높았다고 하였으나 본 실험에서는 오히려 약 7% lactose군(10% whey군)에서 높았으며 lactose 함량에 따라 어떤 일정한 경향을 보이지 않았다. 따라서 whey와 serum cholesterol과의 관계 연구에는 實驗動物의 特性 연구와 함께 長期間의 研究가 필요하다고 생각한다.

Austin¹⁹⁾은 whey 식이에 chitin을 添加함으로써 whey 함유식으로 인하여 일어나는 설사 및 體重 減少를 막고 오히려 體重在 有意하게 增加됨을 관찰하였으나 본 실험에서는 chitin 첨가군이 chitin을 첨가하지 않은 대조군과 비교하여 각각 體重的 增加는 가져왔으나 유의한 차는 없었고 Austin의 실험에서 有意한 體重增加를 나타냈던 78% 대조식에 20% whey와 2% chitin을 첨가한 Ⅵ군에 있어서 오히려 體重在 減少됨을 관찰하였다. 본 실험과 Austin의 실험에 있어서 차이점은, crude chitin을 본 실험에서 사용한 반면, Austin은 crude chitin을 부분적으로 가수분해 시킨 microcrystalline chitin(MCC)을 사용

함으로써 장내 bacteria에 의한 chitin의 분해 단계를 단축시킨 점이다. 따라서 이러한 chitin의 가수분해율의 차이가 장내 미생물의 성장에 상당한 영향을 미칠 수 있을 것이라고 추측되며 이 점에 관하여 앞으로 더 많은 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

또한 본 실험의 20% whey식이군에서 일어나는 설사는 소장에서 많은 양의 lactose가 加水分解·吸收되지 못하여 물을 끌어들이므로 팽창과 직장에 다량의 水分이 함유된 변물질을 蓄積시켜 야기된다고 생각된다. 그리고 whey식에 2% chitin을 添加함으로써 成長率은 약간 回復되었으나 팽창의 膨脹, 설사와 발가락의 휘어짐은 回復되지 못하였으므로 chitin만으로는 whey가 병아리의 成長에 미치는 악영향을 완전히 抑制하지는 못함을 알 수 있다.

따라서 이러한 結果들로 볼 때 chitin을 whey 食餌에 添加함으로써 lactose를 다량 함유한 whey 食餌의 短點을 약간 補完할 수 있으리라고 생각되나 이를 위하여서는 chitin의 適切한 添加水準의 檢討와 병아리의 발가락이 휘어지는 이유를 究明해 볼 필요가 있으며, 또 腸內 lactase activity 測定과 아울러 bifidobacteria의 成長狀態를 조사하는 실험이 수반되어야 할 것으로 여긴다.

要 約

whey는 높은 lactose 함량 때문에 消化·吸收가 좋지 못하여 營養學的으로 중요한 食品資源임에도 불구하고 많은 양이 이용되지 못하고 버려지고 있다. 따라서 chitin powder를 添加하여 whey의 消化·吸收를 促進시킬 수 있는지 알아 보기 위한 基礎資料로서 broiler chick을 대상으로 飼料에 dried whey와 chitin을 添加하여 4주간 飼育試驗한 結果는 다음과 같다.

1. 본 실험에서 동량의 에너지와 단백질 수준일 때 broiler chick의 成長에 나쁜 영향을 미치지 않는 dried whey의 添加水準의 한계는 15% 였다.

2. 사료에 20% dried whey를 첨가하는 것은 만성 설사와 발가락이 바깥쪽으로 휘어지는 증세 및 팽창의 膨脹 등 좋지 않은 결과를 야기시켰다. 특히 대조식을 20% dried whey로 대체시킨 실험군은 타 실험군과 비교하여 成長率이 低下되었는데 이것은 成長에 필요한 에너지와 단백질 함량의 부족과 아울러 다량의 whey에 의한 설사의 영향일 것으로 생각된다.

3. 사료효율(FER)과 단백질 효율(PER)에 있어서 dried whey 첨가군이 대조식이군과 비교하여 비슷하거나 높은 경향을 보였다.

4. Serum cholesterol 함량은 사료내 whey의 함량에 따라 일정한 경향을 나타내지 않았다.

5. 20% dried whey 함유 사료에 2% chitin을 첨가한 군은 chitin을 첨가하지 않은 20% whey군보다 4주에 成長率 및 단백질효율이 높아지나 통계적으로 유의하지는 않다. 2% chitin 함유군은 대조식이군과의 비교에서 유의한 차는 나타내지 않았으나 成長率에 있어서 약간 높은 경향을 보였으므로 chitin의 添加가 whey의 利用率을 높여주어 broiler의 成長을 促進시키지 않았나 思料된다.

文 献

1. 김숙희, 김영중, 이종미 : 영양과 성장유지, 우유와 유제품을 중심으로, 이화여자대학교 출판부, 3(1982)
2. Mathur, B. N. & Shahani, K. M. : *J. Dairy Sci.*, **62**, 99(1979)
3. Modler, H. W., Muller, P. G., Elliott, J. T. & Emmons, D. B. : *J. Dairy Sci.*, **63**, 838(1980)
4. Nemitz, G. : *Animal Research & Development*, **6**, 36(1977)
5. Clark, W. S. : *J. Dairy Sci.* **62**, 96(1979)
6. Hong, Y. H. : *Korean J. Nutr.*, **16**, 137(1983)
7. Potter, L. M., Shelton, J. R. & Parsons, C. M. : *Poultry Sci.*, **60**, 378(1981)
8. Ekstron, K. E., Benevenga, N. J. & Grummer, R. H. : *J. Nutr.*, **105**, 846(1975)
9. Schingoethe, D. J., Skyberg, E. W. & Bailey, R. W. : *J. Dairy Sci.*, **63**, 762(1980)
10. Moser, R. L., Peo, E. R., Crenshaw, T. D. & Cunningham, P. J. : *J. Animal Sci.*, **51**, 89(1980)
11. Gleaves, E. W. & Salim, A. A. : *Poultry Sci.*, **61**, 2390(1982)
12. Sewell, R. F. & West, J. P. : *J. Animal Sci.*, **24**, 239(1965)
13. Leichter, J. & Tolensky, A. F. : *Am. J. Clin. Nutr.*, **28**, 238(1975)
14. Broussalian, J. & Westhoff, D. : *J. Dairy Sci.*, **66**, 438(1983)
15. Ekstron, K. E., Benevenga, N. J. & Grummer, R. H. : *J. Nutr.*, **105**, 851 (1975)
16. Leichter, J. : *J. Nutr.*, **103**, 392(1973)
17. Wostmann, B. S. & Kardoss, E. B. : *J. Nutr.*, **110**, 82(1980)
18. Austin, P. R., Brine, C. J., Hirwe, S. N., Reed, G. A., Whelan, H. A. & Zikakis, J. P. : A Delaware Sea Grant Technical Report. DEL-SG-01-80(1980)
19. Austin, P. R., Brine, C. J., Castle, J. E. and Zikakis, J. P. : *Science*, **212**, 749(1980)
20. Pope, S., Tomarelli, R. M. & György, P. : *Arch. Biochem. Biophys.*, **68**, 362(1957)
21. 이미숙, 서정숙, 모수미 : 한국영양식량학회지, **13**, 307(1984)
22. 손광수, 한인규 : *Korean J. Anim. Sci.*, **25**(4), 310(1983)
23. National Research Council : "Nutrient Requirement of Poultry", No. 1. NAS, Washington. DC(1977)
24. 한인규, 안병홍, 김영길, 최성식, 이영철, 이봉덕 : 가축사료 및 영양학 실험법, (동명사, 서울), 89(1982)
25. AOAC : "Official Methods of Analysis" 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 858(1980)
26. Bligh, E. G. & Dyer, E. J. : *Can. J. Biochem. Phys.* **37**, 911(1959)
27. Rutter, W. J., Krichevsky, P., Scott, H. M. & Hansen, R. G. : *Poultry Sci.*, **32**, 706(1953)
28. Fox, M. R. S. & Briggs, G. M. : *Poultry Sci.*, **38**, 964(1959)