

肉鷄用 병아리에서 밀기울의 射出과 燐의 給與水準이 營養素의 利用性에 미치는 影響

金仁鎬 · 金春洙
檀國大學校 農科大學

Studies on Extrusion Procedures of Wheat Bran and Dietary Levels of Phosphorus in Nutrients Availability of Broiler Chicks

I. H. Kim and C. S. Kim
College of Agriculture, Dankook University

SUMMARY

Dietary levels of 0%, 0.225%, 0.45% inorganic phosphorus in the form of tricalcium phosphate were included in two different experimental diets, which contains 40% of wheat bran with or without extrusion.

It is to examine the effects of extruded wheat bran containing different levels of inorganic phosphorus on the performance of broiler chicks, including the nutrient availabilities, compared with that of the diet containing non-extruded wheat bran.

The results are as follows ;

1. Regardless dietary levels of inorganic phosphorus, the weight gain in general was higher for the groups fed non-extruded wheat bran but little significance was seen between the groups of extruded and the non-extruded.

However, the effect of dietary inclusion of inorganic phosphorus on the weight gain was evident, and the gain was higher in the groups receiving the higher levels of inorganic phosphorus but failed to observe the significant difference between the added groups of 0.225% and 0.45% of inorganic phosphorus, suggesting that a considerable amount of phytin phosphorus in wheat bran is available to meet the requirement.

2. For the feed intake, there was a tendency for the groups fed extruded wheat bran consuming more feed, compared with that of the non-extruded but little significance was observed. This was also true between the groups of receiving 0.225% and 0.45% inorganic phosphorus.

3. The feed efficiency was improved by the addition of inorganic phosphorus, but failed to observe the significance between the added groups.

4. The dry matter digestibility was improved in proportion to increasing the levels of inorganic phosphorus for the both groups of extruded and the non-extruded. This indicates that addition of extruded wheat bran has little effects on improving the digestibility.

5. Within the added groups of 0.225% and 0.45% inorganic phosphorus, the protein digestibility was

increased with including the extruded wheat bran in the diet. However, the effect on body weight gain was not evident.

6. The calcium and phosphorus content of tibia was shown the tendency of increasing with increasing the dietary levels of inorganic phosphorus but close correlation with dietary levels of inorganic phosphorus was not noted in tibia contents of calcium and phosphorus.

I. 緒 論

家畜뿐만 아니라 모든 動物에서 體內 P含量的 80% 이상이 Ca과 더불어 骨格의 Ca hydroxyapatite [$3Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$] 形成에 관여하므로써 정상적인 體成長과 體內 Ca과 P의 代謝를 維持하며, 나머지 20%는 膜構造物로서, 그리고 ATP등 주요 磷酸化合物의 成分으로써 作用하고 있다.

닭은 다른 動物보다 대체로 成長速度가 빠르고 飼料效率이 높기 때문에 P의 供給量이 不足할 경우, perosis 등 缺乏症狀이 두드러지게 나타나며 Ca代謝에 直接的인 影響을 준다. 配合飼料에 無機態磷을 添加하여 닭이 필요로 하는 P을 供給하고 있으며 주로, 인산 칼슘제나 魚粉등의 動物性 飼料로 要求量을 充足시키고 있다. 配合飼料에 들어있는 곡류에도 P이 含有되어 있으나 Phytate와 같은 有機態磷 P의 形態로 存在하며 특히 穀類 副産物인 밀기울(小麥皮), 米糖(쌀겨) 麥糖(보릿겨) 등 강피류에 많이 含有되어 있다.

밀 副産物의 경우, 分類의 基準은 보통 粗纖維 含量에 따라 나누며 文獻에 따라 다소 差異는 있지만, Miller's National Federation에 의하면 粗纖維 含量 9.5% 이상을 밀기울이라고 하고, 9.5% 이하를 middling 혹은 mill run, 7% 이하를 gray shorts, 4% 이하를 red dog 혹은 white shorts 그리고 1.5% 이하의 경우를 feed flour라 分類하고 있다.

植物性 phytate의 利用性은 매우 低調하며, Hay(1942)에 의하면 밀이나 穀類에서 phytic acid가 Calcium-Magnesium phytate의 形態로 存在한다고 하였다. 특히 Ca, Zn, Mg, Fe, Cu, Mn 등의 2價 혹은 3價 금속 이온들과 phytic acid가 쉽게 결합하여 無機物의 體內 吸收를 阻害시키므로 (Reddy와 Salunkhe, 1981; Oberleas, 1973; Maddaiah 등, 1964; Vohra 등, 1965) 礦物質의 利用性이 낮은데, 이는 phytate의 含量이 높기 때문이다. 또한 이 phytic acid는 많은 礦物質과 결합

할 능력(특히 α -amylase 최대 活性을 위해 필요한 補要素(cofactor)인 Ca과 결합능력)을 가지고 있기 때문에 (Cheryan, 1980) phytic acid는 wheat α -amylase을 抑制한다(Cawley와 Mitchell, 1968). 그리고 陽이온의 금속과 결합한 phytic acid의 關係는 營養學的, 物理性 化學的 중요성을 가지고 있다.

O'Dell 등(1972)에 의하면 밀기울에는 있어 총 P중 76%가 phytate phosphorus 形態로 있으며, 쌀겨에는 81%가 phytate phosphorus 形態로 存在한다고 하였고 대부분 legume seed에서 총 P중 80%가 phytate phosphorus 形態이다(Lolas와 Markakis, 1975). NAS-NRC(1984)와 Nelson과 Ferrara(1968)는 穀類 및 植物體內에 含有되어 있는 P는 피틴태磷의 含量이 60-70%에 달하며, 밀기울은 피틴태磷의 含量이 70%이고 phytic acid의 含量은 3.4%라고 한다. 이러한 phytic acid는 蛋白質과 作用하여 不溶性 化合物이 形成되므로써 蛋白質의 利用性을 減少시킨다고 報告한 바 있다 (Smith와 Rackis, 1957; Omosaiye와 Cheryan, 1979).

Phytic acid는 胃內에 있는 Ca과 결합하여 不溶性 calcium phytate의 形態로 남아 Ca의 吸收를 방해한다 (Harrison과 Mellanby, 1939). 이런 phytate phosphorus는 胃內 微生物을 지닌 反芻家畜에서는 어느 정도 利用하지만, 單胃家畜 특히, 家禽에서는 利用性이 떨어진다.

이러한 phytate phosphorus의 이용성을 증진시키기 위해 Phytate가 들어 있는 配合飼料를 steam pelleting하면, 成長과 bone ash 含量에서 P의 利用性이 增進되며(Summers 등, 1966) wheat bran을 steam pelleting함으로써 代謝 에너지 含量이 增加한다고 하였다 (Cave 등, 1965; Summers 등, 1968a). 그러나 모든 實驗에서 steam pelleting이 rice bran이나 wheat bran 모두 P의 利用性을 增加시키기는 못하였다(Corley 등, 1980). 이러한 結果는 Summers등(1968b)에 의해 밝혀진 結果와도 一致하였다. 즉 飼料를 配合하기전 原料에만 pelleting할 경우, P의 利用性이 增加하지 않

있으며 配合飼料를 전부 pelleting할 경우, 병아리(Summers 등, 1966)와 돼지 Bayley와 Thomson, 1969; Bayley 등, 1975) 모두 P의 利用性이 增加했다. 이러한 改善은 全體를 pelleting함으로써 다른 成分의 變化에 의해 效果가 나타났다고 보며, phytate phosphorus의 利用性이 改善되지 않았다고 본다(Corley 등, 1980). 밀기울 등 강피류에 存在하는 phytate phosphorus의 利用性을 높일 수 있다면, 현재 供給하고 있는 값 비싼 無機態磷의 일부를 代替하는데 크게 기여할 수 있으며, 이는 經濟的으로 중요한 意味를 갖는다.

그동안 phytate phosphorus의 飼料의 性質은 부분적으로 밝혀진 바 있으나, 加工處理에 따른 phytate phosphorus의 營養學的 性質과 利用性 變化에 대해서는 미흡한 面이 많다. 따라서, 本 試驗은 extrusion 處理溫度를 달리하여 無機態磷의 添加水準에 따른 밀기울의 營養素別 利用性을 料明하기 위하여 實施하였다.

II. 材料 및 方法

1. 試驗期間 및 場所

本 試驗期間은 1989年 3月 23일부터 4月 28일까지 총 35日間이었으며, 그 중 첫 3일은 適應期間을 隨行한 후 本 試驗에 들어갔다. 그리고 飼養管理와 試料의 化學的 分析은 本 大學 畜產學科 動物飼育場과 飼料營養學 實驗室에서 實施하였다.

2. 供試動物 및 試驗設計

本 試驗에서는 忠南 天安市 봉명 孵化場에서 INDIAN RIVER 계통 broiler 용 병아리 108마리를 암·수 각각 6마리씩 같은 飼育條件에서 管理하면서 9處理에 處理別 反復없이 12마리를 3단 battery cage에서 完全 任意 配置하였다.

3. 試驗飼料

本 試驗의 試驗飼料는 extrusion으로 處理하지 않은 밀기울과 135°C와 145°C로 extrusion한 밀기울을 각각 基礎飼料중 40%에 해당하게 配合比를 만들었으며, Ca要求量은 석회석과 인산칼슘으로 供給하였고, P의 供給은 인산칼슘으로 0%, 0.225%, 0.45% 水準을 處

理區에 添加하였다. 그리고 本 試驗의 飼料配合比 및 配合된 飼料의 分析結果는 표 1과 표 2에서 보는 바와 같다.

試驗飼料인 밀기울의 extrusion은 Insta-Pro 製品인 single screw extruder을 使用하여 製造하였다.

Table 1. Feed composition of basal diet(%)

Ingredients	A	B	C
Wheat bran	40	—	—
Wheat bran ¹⁾	—	40	—
Wheat bran ²⁾	—	—	40
Soybean oil meal	25	25	25
Yellow corn	26.67	26.67	26.67
Tallow	5	5	5
Methionine	0.46	0.46	0.46
Vitamin & Mineral ³⁾	1.44	1.44	1.44
Antiviotic	0.13	0.13	0.13
Limestone	1	1	1
NaCl	0.3	0.3	0.3
Total	100	100	100
Crude protein	21.83	21.90	22.18

1) Extruded wheat bran (135°C)

2) Extruded wheat bran (145°C)

3) Vitamin and mineral mixture is sufficed NRC requirement

4. 飼養管理

本 試驗의 飼養管理는 供試動物을 收容하기전 철저한 消毒을 하였고, 供試動物은 鐵製 cage에서 飼育하였다.

飼料와 물은 자유로이 먹도록 하였으며, 飼料의 消費量은 3일에 1회 測定하였고, 體重과 飼料의 잔량은 每週 1회 午前 6시에 調査하였다.

그외, 飼養管理는 本 飼育場 慣行法에 準하여 實施하였다.

5. 代謝試驗

本 試驗에서 3週째 되던 날로부터 3日間 實施하였으며, 이 3日間 飼料와 排泄한 糞·尿의 總量을 測定하였다. 飼料와 排泄한 糞·尿의 總量을 각각 잘 混

Table 2. Chemical composition of experimental diet(%)¹⁾

Items	Treatments			Added P ²⁾								
				0			0.225			0.45		
	Non-E ³⁾	E-135 ⁴⁾	E-145 ⁵⁾	Non-E	E-135	E-145	Non-E	E-135	E-145			
Crude protein	21.83	21.90	22.18	21.96	23.00	22.48	22.17	22.56	22.16			
Crude fat	8.72	8.26	8.40	8.59	8.44	8.13	8.33	7.93	7.93			
Crude ash	7.10	7.58	8.07	7.62	7.69	7.99	7.29	8.06	8.09			
Carbohydrate	51.67	51.49	51.04	51.17	49.81	51.34	51.48	50.51	51.73			
Calcium	1.66	1.68	1.63	1.68	1.65	1.59	1.60	1.64	1.67			
Phosphorus	0.52	0.64	0.65	0.75	0.89	0.88	1.09	1.11	1.10			

- 1) Dry matter basis 2) Tricalcium phosphate as phosphorus source
 3) Non-Extrusion 4) Extrusion (135°C)
 5) Extrusion (145°C)

Table 3. Chemical composition of excreta(faeces and urine) in different treatment(%)¹⁾

Items	Treatments			Added P ²⁾								
				0			0.225			0.45		
	Non-E ³⁾	E-135 ⁴⁾	E-145 ⁵⁾	Non-E	E-135	E-145	Non-E	E-135	E-145			
Crude protein	33.90	31.21	33.53	29.40	24.40	24.85	25.82	28.30	27.49			
Crude fat	1.14	1.19	2.06	1.71	2.27	2.30	3.05	2.57	2.41			
Crude ash	15.36	14.83	14.12	14.85	14.77	14.48	15.95	16.49	15.29			
Carbohydrate	46.65	44.86	43.05	46.53	50.22	49.67	37.30	45.19	46.91			
Calcium	3.53	3.27	2.84	2.82	2.71	2.66	2.68	2.71	2.56			
Phosphorus	0.81	1.15	0.99	1.31	1.54	1.55	2.13	2.22	2.25			

- 1) Dry matter basis 2) Tricalcium phosphate as phosphorus source
 3) Non-Extrusion 4) Extrusion (135°C)
 5) Extrusion (145°C)

습한 후採取하여 건조기에서 건조시켜 糞·尿의 總乾物量을 환산하고 이 건조된 糞·尿를 가지고 分析試料로 使用하였다. 그리고, 本試驗의 糞·尿에 대한 分析値는 표 3에서 보는 바와 같다.

6. 調査項目 및 調査方法

原料 및 試驗飼料과 糞의 一般成分 그리고 pepsin 消化率은 A. O. A. C.법(1984)에 의하였다. 아미노산 分析은 Mason 등(1980)의 방법으로 전 처리한 다음 아미노산 분석기(Biotronic LC 5000)를 사용하여 정량하였다. 그리고 phytate 分析은 Wheeler와 Ferrel(1971)

에 의하여 정량하였다. 增體量은 週1회 같은 時間(午前 6時)에 測定하였고, 終了時 體重에서 開始時 體重을 減하여 구하였다. 飼料攝取量은 週1회 調査하였고, 그 週間の 總攝取量을 합하여 구하였으며, 飼料效率은 飼料攝取量을 增體量으로 나누어 구하였다.

營養素 消化率은 代謝率 公式(攝取된 成分量-糞·尿중의 成分量/攝取된 成分量×100)에 의하여 固形物, 粗蛋白質, 粗灰分, 炭水化物的 營養素 代謝率을 구하였고 Tibia의 ash, calcium, phosphorus 含量分析은 A. O. A. C.法(1984)으로 구하였다.

7. 統計處理

統計處理는 IBM-PC로 S. A. S program을 利用하여 Duncken's multiple range test(Steel과 Torrie, 1980)에 의해서 有意性を 檢定하였다.

III. 結果 및 考察

1. 處理別 밀기울의 成分變化

밀기울의 一般 粗成分 및 鑛物質 成分은 表 4에서 보는 바와 같이 粗蛋白質, 粗脂肪, 粗灰分, 粗纖維, 可溶無窒素物, 炭水化物은 Non-Extrusion 處理區나 Extrusion處理區에서 거의 유사한 成分含量을 보였으며, 특히 P의 成分含量은 Non-Extrusion 處理區에 비해 Extrusion處理區가 다소 줄어드는 傾向이었다. 그리고 phytic acid의 含量은 Non-Extrusion處理區와 135℃로 Extrusion한 處理區에서 1.3%로 같은 傾向을 보였으며 145℃로 Extrusion한 處理區에서 약간 減少하는 傾向을 보였지만 有意性是 찾아볼 수 없었다. 이는 phy-

Table 4. Chemical composition of wheat bran(%)¹⁾

Items	Treatments		
	Wheat bran		
	Non-E ²⁾	E-135 ³⁾	E-145 ⁴⁾
Crude protein	16.82	16.89	17.00
Crude fat	3.93	3.49	3.42
Crude ash	5.82	5.45	5.81
Crude fiber	7.61	7.36	8.49
N.F.E. ⁵⁾	55.49	56.99	56.11
Carbohydrate ⁶⁾	63.10	64.35	64.60
Calcium	0.45	0.48	0.55
Phosphorus	0.71	0.71	0.66
Phytic acid ⁷⁾	1.35	1.32	1.28

- 1) Dry matter basis
- 2) Non-Extrusion
- 3) Extrusion(135℃)
- 4) Extrusion (145℃)
- 5) N.F.E.(Nitrogen Free Extract)=100-(moisture+Crude protein+Crude fat+Crude ash+Crude fiber)
- 6) Carbohydrate=100-(Moisture+Crude protein+Crude fat+Crude ash)
- 7) Air dry matter basis

tin형태가 열에 안정하므로 짧은 시간 높은 온도로는 파괴가 일어나지 않음을 알 수 있다.

處理한 밀기울의 총 아미노산 含量을 測定한 結果 表 5에서 보는 바와 같으며 Non-Extrusion 處理區에서는 13.67%, 135℃로 Extrusion한 處理區는 15.02%, 145℃로 Extrusion한 處理區는 15.49%로 Non-Extrusion 處理區보다 Extrusion 處理區에서 높은 含量을

Table 5. Amino acid composition of wheat bran in different treatment(%)¹⁾

Amino acid	Treatments		
	Wheat bran		
	Non-E ²⁾	E-135 ³⁾	E-145 ⁴⁾
Lysine	0.65	0.52	0.47
Histidine	0.74	0.62	0.70
Arginine	0.85	0.80	0.84
Threonine	0.43	0.48	0.51
Valine	0.60	0.68	0.69
Methionine	0.22	0.31	0.34
Isoleucine	0.41	0.43	0.53
Leucine	0.83	0.81	0.80
Phenylalanine	0.59	0.65	0.68
Cystine	0.17	0.28	0.24
Aspartic acid	1.04	1.28	1.32
Serine	0.84	0.69	0.73
Glutamic acid	4.00	4.93	4.95
Proline	0.58	0.80	0.83
Glycine	0.64	0.65	0.70
Alanine	0.68	0.71	0.76
Tyrosine	0.40	0.38	0.40
True protein	13.67	15.02	15.49
Crude protein	16.82	16.89	17.00
NPN ⁵⁾	3.15	1.87	1.51
EAA-N ⁶⁾	5.49	5.58	5.80
NEAA-N ⁷⁾	8.18	9.44	9.69

- 1) Dry matter basis
- 2) Non-Extrusion
- 3) Extrusion(135℃)
- 4) Extrusion(145℃)
- 5) NPN : Non-Protein Nitrogen compound
- 6) EAA-N : The Nitrogen sum of Essential Amino Acid
- 7) NEAA-N : The Nitrogen sum of Nonessential Amino acid

보였다. 그리고 Extrusion處理溫度가 높아짐에 따라 증가하는 傾向을 보였고, 이러한 傾向은 열 處理過程에서 NPN(Non-Protein Nitrogen Compound: 非蛋白態窒素化合物)의 分解損失에 起因한 것으로 생각된다. 그러나 必須 아미노산 중 lysine의 含量을 보면, 處理溫度가 증가함에 따라 0.65%, 0.52%, 0.47%로 낮아지는 傾向을 찾아볼 수 있었다. 이는 밀기울에 열을 가함으로써 褐變反應(maillard reaction: 非酵素的 褐變反應)이 일어나 糖(glucose)과 反應하게 되는데, 이 糖(glucose)과 反應하는 蛋白質 부분은 必須 아미노산인 lysine의 遊離 아미노기이므로 결국 有効한 lysine의 含量을 減少시킨 것으로 생각된다.

純蛋白質에서 粗蛋白質을 감한 NPN의 含量은 Non-Extrusion 處理區에서 3.15%, 135°C로 Extrusion한 處理區에서 1.87%, 145°C로 Extrusion한 處理區에서 1.51%로 處理溫도의 증가에 따라 減少하는 傾向을 보였다.

2. 增體量

增體量은 표 6에서 보는 바와 같이 TCP(Tricalcium phosphate) 형태로 無機態磷을 0% 添加한 경우, 7日

齡에는 Non-Extrusion 處理區나 Extrusion한 處理區에서 處理間에 差異가 없었으나, 14日齡에 도달하면서 Non-Extrusion 處理區가 145°C로 Extrusion한 處理區보다 21% 증가하였다. 그리고 135°C로 Extrusion한 處理區보다는 44%가 증가하였다. 또한 21日齡에서도 Extrusion處理區보다 Non-Extrusion處理區가 약간 증가하였지만, 28日齡과 32日齡에 도달하면서 Non-Extrusion處理區에 비해 Extrusion處理區에서 增體量이 증가하는 傾向을 보였다.

Non-Extrusion處理區보다 Extrusion處理區가 28日齡과 32日齡에서야 비로소 증가하는 傾向을 보였는데, 이는 28日齡과 32日齡에서 Extrusion한 밀기울의 利用性이 크게 改善된 것으로 본다. 無機態磷의 添加水準이 0.225% 경우, 7日齡에는 135°C로 Extrusion한 處理區에서 높았고, Non-Extrusion處理區, 145°C로 Extrusion한 處理區 순으로 增體量이 높았다($P < 0.05$). 그러나 14日齡과 32日齡에는 Non-Extrusion處理區가 Extrusion한 處理區보다 증가하는 傾向을 보이므로써 결국 전체적인 增體量을 보아도 Non-Extrusion處理區가 135°C로 Extrusion한 處理區보다 약 4% 증가하였고, 145°C로 Extrusion한 處理區보다는 약 3% 증가하

Table 6. Average body weight gain of experimental chicks during 1st to 32nd days of age(g/head)

Days		7	14	21	28	32	Total
Treatments	Added P ¹⁾						
0	Non-E ²⁾	107 ± 17 ^{5)d}	140 ± 24 ^c	132 ± 50 ^b	112 ± 51 ^b	40 ± 32 ^b	531 ± 86 ^b
	E-135 ³⁾	107 ± 8 ^d	97 ± 18 ^d	117 ± 51 ^b	174 ± 80 ^b	84 ± 28 ^b	579 ± 155 ^b
	E-145 ⁴⁾	109 ± 10 ^d	116 ± 42 ^{cd}	98 ± 26 ^b	119 ± 37 ^b	84 ± 64 ^b	526 ± 83 ^b
0.225	Non-E	145 ± 17 ^{abc}	240 ± 42 ^b	273 ± 61 ^a	408 ± 71 ^a	223 ± 64 ^a	1288 ± 224 ^a
	E-135	148 ± 15 ^{abc}	236 ± 31 ^b	280 ± 87 ^a	371 ± 126 ^a	202 ± 60 ^a	1237 ± 275 ^a
	E-145	134 ± 14 ^c	231 ± 34 ^b	287 ± 35 ^a	414 ± 97 ^a	189 ± 55 ^a	1255 ± 194 ^a
0.45	Non-E	159 ± 16 ^a	263 ± 24 ^{ab}	319 ± 46 ^a	449 ± 54 ^a	196 ± 52 ^a	1380 ± 148 ^a
	E-135	140 ± 16 ^{bc}	275 ± 27 ^a	326 ± 43 ^a	417 ± 31 ^a	206 ± 28 ^a	1366 ± 115 ^a
	E-145	152 ± 9 ^{ab}	262 ± 24 ^{ab}	286 ± 22 ^a	409 ± 48 ^a	232 ± 30 ^a	1340 ± 106 ^a

1) Tricalcium phosphate as phosphorus source

2) Non-Extrusion

3) Extrusion (135°C)

4) Extrusion (145°C)

5) Mean ± standard deviation

* Values with different superscripts in the same column are significantly different(a,b,c,d < 0.05)

었다.

無機態磷의 添加水準이 0.45% 경우, 7日齡에는 Non-Extrusion處理區가 Extrusion處理區보다 높지만, 14日齡과 21日齡에는 Non-Extrusion處理區보다 135℃로 Extrusion한 處理區가 약 5%와 2%씩 增加하는 傾向을 보였다. 그러나, 28日齡에는 약 8%가 減少하였다. 32日齡에는 다시 Non-Extrusion處理區보다 135℃로 Extrusion한 處理區에서 약 5%의 增加와 145℃로 Extrusion한 處理區에서 약 18%로 增加하는 傾向을 보였지만, 7日齡과 28日齡때 減少하는 폭이 높아 전체적인 增體量을 보면 Non-Extrusion處理區에 비해 135℃로 Extrusion한 處理區에서 약 1%의 減少로 別差異가 없었고, 145℃로 Extrusion한 處理區에서는 약 3%로 減少하는 傾向을 보였다.

한편, 無機態磷의 水準別 無添加區와 대비하여 0.225% 처리구 경우, Non-Extrusion處理區에서는 143%의 增加率과 135℃로 Extrusion한 處理區에서는 114%, 145℃로 Extrusion한 處理區에서는 139%로 增加하였다(P<0.05). 그렇지만, 無機態磷의 添加區의 경우 無機態磷의 水準이 0.45%인 경우 0.225% 添加區와 대

비할 때 Non-Extrusion處理區에서 7%의 增加率과 135℃로 Extrusion한 處理區에서 10%, 145℃로 Extrusion한 處理區에서 약 7%의 增加率을 보였으나, 有意性은 찾아볼 수 없었다. 이는 有效磷의 要求量이 0.45% 정도라는 점을 감안할때 無機態磷을 低水準에서 添加時, 飼料內 phytate phosphorus가 有意的으로 利用되었음을 찾아볼 수 있으며 phytate phosphorus의 利用性은 40-50%로 간주된다.

飼料攝取量은 표 7에서 보는 바와 같이 無機態磷의 添加水準이 0% 경우, Non-Extrusion處理區에 비해 135℃로 Extrusion한 處理區에서 增加하였으며, 이 보다는 145℃로 Extrusion한 處理區에서 더 增加하였다. 無機態磷의 添加水準이 0.225% 경우 145℃로 Extrusion한 處理區에서 더 增加하였다. 無機態磷의 添加水準이 0.225% 경우 145℃로 extrusion한 處理區에서 가장 增加하였으며, Non-Extrusion處理區, 135℃로 Extrusion한 處理區 순이었다. 그러나 extrusion에 따른 攝取量의 增加는 인정할 수 없었다.

無機態磷의 添加水準이 0.45% 경우에서는 135℃로 Extrusion한 處理區에서 높았고, Non-Extrusion處理區,

Table 7. Average feed efficiency in chick till 5 weeks of age(%)

Treatments	Added P ¹⁾								
	0			0.225			0.45		
Items	Non-E ²⁾	E-135 ³⁾	E-145 ⁴⁾	Non-E	E-135	E-145	Non-E	E-135	E-145
Weight gain(g)	531	579	526	1288	1237	1255	1380	1366	1340
Feed intake(g)	992	1023	1131	2001	1922	2040	2137	2189	2144
FER ⁵⁾	1.87	1.77	2.15	1.55	1.55	1.63	1.54	1.60	1.60

1) Tricalcium phosphate as phosphorus source

2) Non-Extrusion

3) Extrusion (135℃)

4) Extrusion (145℃)

5) Feed Efficiency Ratio

145℃로 Extrusion한 處理區 순으로 攝取量이 增加하였다.

결국, Non-Extrusion處理區와 135℃로 Extrusion한 處理區의 경우 無機態磷의 添加水準이 높을수록 飼料攝取量도 增加하였지만, 145℃로 Extrusion한 處理區의 경우 無機態磷의 添加水準이 0.225%까지는 增加하였고, 無機態磷의 添加水準이 0.45%에서는 약간 減少하는 傾向을 보였다. 飼料效率은 표 7에서 보는

바와 같이 處理區間에 有意的인 差異를 찾아볼 수 없었다.

3. 營養素의 消化率

營養素別 消化率은 표 8에서 보는 바와 같다.

1) 乾物 消化率

無機態磷의 添加水準이 0.225% 경우, Extrusion 處

理條件에 관계없이 유사한 傾向이었고, 無機態磷의 添加水準이 0.45% 경우에서도 같은 結果를 보였다. 이는 Extrusion 處理條件이 乾物 全體의 消化率에 미치는 影響이 적었음을 意味한다.

無機態磷의 添加에 따른 乾物 消化率은 Extrusion 處理溫度에 관계없이 無機態磷의 添加水準이 높을수록 乾物 消化率이 改善되었음을 볼 수 있었으며, 여기에서 消化率이 無機態磷의 含量이 制限的인 要因으로 作用하였음을 認知할 수 있다.

2) 蛋白質 消化率

蛋白質 消化率은 無機態磷을 添加하지 않은 0% 경우, 135°C로 Extrusion한 處理區가 Non-Extrusion處理區에 비해 낮았지만, 145°C로 Extrusion한 處理區에서는 Non-Extrusion處理區에 비해 4% 정도 增加하였으나 磷의 缺乏으로 處理區에 관계없이 전반적으로 消化率이 낮았다.

無機態磷의 添加水準이 0.225% 경우 無添加區보다 消化率이 크게 높아졌으며, Non-Extrusion處理區보다 135°C와 145°C로 Extrusion한 處理區에서 각각 14%와 11%씩 增加하였다. 이는 P의 無機態磷을 0.45%로 給與했을 경우, 蛋白質의 消化率이 Non-Extrusion處理區에 비해 135°C와 145°C로 Extrusion한 處理區에서 높았다. Non-Extrusion處理區보다 135°C로 Extrusion한 處理區가 28% 增加하였으며, 145°C로 Extrusion한 處理區는 22% 增加하였다. 그러나 處理溫度間에 有意性은 찾아볼 수 없었다.

Barre(1956)에 의하면 강피류에는 phytate-protein의 複合體로 인해 蛋白質의 消化率이 떨어진다고 하였

으나, Extrusion 處理를 할 경우 phytate-protein 複合體의 變性으로 蛋白質의 消化率이 改善된 것으로 생각된다.

한편, 같은 Extrusion 條件에서는 無機態磷의 添加水準이 높아지므로써 蛋白質의 消化率이 改善되었으며, 이는 間接적으로 吸收성이 높은 無機態磷의 添加로 P의 缺乏症狀이 크게 改善된데 起因한다고 본다.

試驗原料인 밀기울의 pepsin消化率은 Non-Extrusion (89.58%)에 비해 135°C와 145°C로 Extrusion한 處理區에서 각각 82.73%와 83.61%로 다소 떨어지는 傾向을 보였으나, 有意性은 없었으며 蛋白質이 주로 trypsin 등 腸內 蛋白質 酵素에 의해 分解된다는 점을 고려하면, 胃內에서의 消化에 局限하여 볼 수만은 없으므로 Pepsin 消化率이 전체 消化率을 대신할 수는 없다고 생각된다.

3) 炭水化物 消化率

炭水化物의 消化率은 無機態磷의 添加水準이 0% 경우 Non-Extrusion處理區보다 135°C로 Extrusion處理區에서 減少하였다. 또한 145°C로 Extrusion한 處理區에서는 Non-Extrusion處理區보다 增加하였다. 이렇게 相反되는 傾向은 P의 過不足이 炭水化物 消化에 制限的인 要因으로 크게 作用했기 때문이라 생각된다. 無機態磷의 添加水準이 0.225% 경우, Non-Extrusion處理區가 135°C와 145°C로 Extrusion한 處理區보다 消化率이 增加했으며, P의 添加水準이 0.45% 경우에서도 같은 경향을 찾아볼 수 있었다. 이는 maillard reaction으로 인해 lysine과 결합하는 glucose의 利用성이 낮은데 起因한 것으로 생각된다.

Table 8. Digestibility of nutrients in experimental diets(%)

Treatments	Added P ¹⁾								
	0			0.225			0.45		
Items	Non-E ²⁾	E-135 ³⁾	E-145 ⁴⁾	Non-E	E-135	E-145	Non-E	E-135	E-145
Crude protein	38.88	33.83	40.48	51.66	58.94	57.09	44.21	56.57	54.15
Crude ash	14.85	12.53	31.11	29.63	27.00	32.29	24.58	29.17	30.15
Carbohydrate	64.47	61.04	66.79	66.17	61.68	63.85	75.02	69.03	66.49
Dry matter	60.64	55.29	60.63	63.89	61.99	62.64	65.53	65.38	63.04

1) Tricalcium phosphate as phosphorus source

3) Extrusion (135°C)

2) Non-Extrusion

4) Extrusion (145°C)

4) 灰分 消化率

灰分の消化率は無機態燐の添加水準이 0% 경우, Non-Extrusion處理區보다 135°C로 Extrusion한 處理區에서 減少하였으나 145°C로 Extrusion한 處理區에서는 현저히(105%) 増加했다. 그러나 無機態燐의 缺乏이 심한 狀態에서 灰分の 消化率は 信憑性を 찾지는 못 하였다. 무기태인의 添加水準이 0.225% 경우, Non-Extrusion處理區에 비해 Extrusion한 處理區에서 대체로 増加추세를 보였다. 이와 같은 増加추세는 無機態燐의 添加水準이 0.45% 경우에서 분명하였으며, Extrusion處理區의 25%에 비해 135°C와 145°C로 Extrusion한 處理區에서는 29%, 30%로 増加하였다.

4. Tibia의 ash, calcium, phosphorus 含量

家畜體內 Ca 및 P의 대부분은 骨格속에 含有되어 骨格속의 各種 成分중에서도 Ca과 P이 차지하는 比

重은 가장 크다. 이러한 이유로 인하여 飼料內 Ca 및 P의 利用性を 測定하는 方法 중 骨格內 Ca 및 P의 含量을 測定하는 方法이 가장 많이 使用되어져 왔다 (Nelson, 1967; Dickerson, 1962; Itoh와 Hatano, 1964; Dilworth와 Elbert, 1965). 특히 Nelson과 Walker (1964)는 飼料內 Ca 및 P의 利用性を 評價하기 위한 方法으로써, 體重이나 體內量을 測定하는 것 보다는 骨格內 灰分含量을 測定하는 것이 더 적절하다고 하였다. 그리고 어린 병아리에 있어 鑛物質 또는 Vit D의 評價基準이 되는 것은 tibia(脛骨), toe(발가락, beak(부리), humers(上腕骨) 또는 sternum(胸骨)이 있으며(Itoh와 Hatano, 1964), 그중 tibia의 %net phosphorus의 利用性を 推定하는 方法으로써 Hurwitz(1964)에 의해 提案되었다.

本 試驗의 脛骨內 ash, Ca, P의 含量은 표 9에서 보는 바와 같다.

Table 9. Effects of supplemental levels of inorganic phosphorus on weight, ash, calcium, phosphorus of composition in tibia(%)¹⁾

Treatments	Added P ²⁾								
	0			0.225			0.45		
Items	Non-E ³⁾	E-135 ⁴⁾	E-145 ⁴⁾	Non-E	E-135	E-145	Non-E	E-135	E-145
Weight gain(g)	6.00	3.74	7.09	30.95	32.63	21.96	27.83	24.72	27.57
Curde ash	37.42	36.56	34.91	38.54	39.01	39.40	39.22	39.91	40.28
Calcium	13.73	13.69	12.70	13.85	14.75	14.35	14.11	15.20	13.57
Phosphorus	6.11	5.84	5.95	6.34	6.87	6.73	6.83	7.07	6.88
Ca/P	2.25	2.34	2.13	2.18	2.15	2.13	2.07	2.15	1.97

1) Dry matter bais

2) Tricalcium phosphate as phosphorus source

3) Non-Extrusion

4) Extrusion (135°C)

5) Extrusion (145°C)

1) Tibia의 ash 含量

脛骨內 ash 含量은 無機態燐의 添加水準이 0%의 경우, Non-Extrusion處理區가 135°C로 Extrusion한 處理區보다 높았으며, 135°C로 Extrusion한 處理區는 145°C로 Extrusion한 處理區보다 높았으나, 無機態燐의 添加水準이 0.225%에서는 添加水準이 0%의 경우와는 달리 Non-Extrusion處理區에 비해 135°C로 Extrusion한 處理區에서 ash 含量이 増加하였고, 135°C보다는 145°C로 Extrusion한 處理區가 더 높았다. 無機態

燐의 添加水準이 0.45% 경우, 무기태인의 添加水準이 0.225%에서 나타난 結果와 같은 現象을 보였다.

無機態燐의 添加區에서 tibia의 ash 含量이 높은 것은 Vanderpopuliere등(1961)에 의해서 얻은 結果와 一致하였으며 有機態燐의 利用性は 無機態燐의 添加로 인해 増加한 점으로 보아, 이와 같은 結果는 Corley 등(1980)에 의한 結果와 같았다.

2) Tibia의 calcium 含量

脛骨內 Ca의 含量은 無機態燐의 添加水準이 0.225

% 경우, Non-Extrusion處理區에 비해 135°C와 145°C로 Extrusion한 處理區가 높았으며 無機態磷의 適正 添加水準인 0.45% 경우에서도 Non-Extrusion處理區보다 135°C로 Extrusion處理區가 增加하는 傾向을 보였으나, 145°C로 Extrusion한 處理區에서는 Ca의 蓄積이 낮아지는 傾向을 보였다. 이는 無機態磷을 添加할 경우, 135°C이상의 溫度 Extrusion은 Ca의 利用性を 阻害하는 要因이 될 수 있음을 보여주었다.

3) Tibia의 phosphorus 含量

無機態磷의 添加水準이 0.225% 경우 Non-Extrusion處理區에 비해 Extrusion한 處理區가 높았다. Extrusion 處理條件에서는 145°C보다 135°C에서 높았으며 이러한 傾向은 無機態磷의 添加水準을 0.45%로 給與했을때도 같은 傾向을 보여 주었다.

無機態磷의 添加區(0.225%, 0.45%)에서 Non-Extrusion處理區보다 Extrusion處理區가 脛骨內 P의 蓄積量이 增加되는 경향을 보였으며, 이는 밀기울內 有機態磷의 利用성이 增加됨을 意味하지만 有意性은 없었다. 한편 Singsen등(1947)과 Sieburth등(1952)에 의하면 phytate phosphorus는 骨格에 calcification으로 利用하는 것보다 成長을 위해 利用한다고 하는 結果도 있었다.

IV. 摘 要

Extrusion을 달리한 밀기울과 無機態磷의 添加水準의 주요 營養素의 消化率에 미치는 影響을 살펴보고자 增體量, 飼料攝取量, 飼料效率, 營養素別 消化率, 그리고 tibia의 成分量 變化에 대하여 調査하였다.

1) 增體量은 無機態磷의 添加水準이 0.225%, 0.45%일 경우 Extrusion處理區보다 Non-Extrusion處理區에서 높은 경향을 보였으나, 處理間에 有意性은 찾아볼 수 없었다. 한편 Extrusion處理에 관계없이 無機態磷의 添加로 增體量이 改善되었으며 磷을 添加한 두 處理區(0.225%와 0.45%) 사이에서는 有意性을 認定할 수 없었다.

2) 飼料攝取量은 無機態磷의 添加區와 無機態磷에서 Non-Extrusion處理區보다 Extrusion處理區에서 높은 傾向을 찾아볼 수 있었다.

3) 飼料效率은 無機態磷을 添加하므로써 改善되었으나, 磷을 添加한 두 處理區(0.225%와 0.45%) 사이에서는 有意性을 認定할 수 없었다.

4) 乾物 消化率은 無機態磷의 添加水準이 높을수록 改善되었으나, Extrusion 効果는 인정할 수 없었다.

5) 磷을 添加한 두 處理區(0.225%와 0.45%) 사이에서 蛋白質 消化率은 Non-Extrusion 보다 Extrusion處理區가 높았으나, 增體에 直接的인 影響은 없었다.

6) Tibia의 Ca과 P의 含量은 無機態磷의 添加水準에 따라 增加하는 傾向을 보였으나, 이러한 增加樣相에서 P의 添加水準과의 直接的인 關係는 찾아볼 수는 없었다.

V. 引用文獻

1. A.O.A.C., 1984. Official Methods of Analysis(14th Ed.). Association of official Analytical Chemists. Washington, D. C.
2. Barre, R., Ann, 1956. Pharm. Fr., 14, Cited from "O'Dell, B. L. and A. deBoland, 1976. Complexation of phytate with proteins and cations in corn germ and oilseed meals. J. Agr. Food Chem., 24 : 4
3. Bayley, H. S., J. Pos, and R. G. Thomson, 1975. Influence of steam pelleting and dietary calcium level on utilization of phosphorus by the pig. J. Anim. Sci. 40 : 859.
4. Bayley, H. S., and R. G. Thomson, 1969. Phosphorus requirements of growing pigs and effect of steam pelleting on phosphorus availability. J. Anim. Sci. 28 : 484.
5. Cave, N. A. C., S. J. Slinger, J. D. Summers, J. D., and G. C. Ashton, 1965. The nutritive value of wheat milling by-products for the growing chick. 1. Availability of energy. Cereal Chem. 42 : 523-532.
6. Cawley, R. W., and T. A. Mitchell, 1968. Inhibition of wheat α -amylase by bran phytic acid. J. Sci. Food Agr. 19 : 106-108.

7. Cheryan, M., 1980. Phytic acid interaction in food systems. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 13 : 297-335.
8. Corley, J. R., D. H. Baker, and R. A. Easter, 1980. Biological availability of phosphorus in rice bran and wheat bran as affected by pelleting. *J. Anim. Sci.* 50(2).
9. Dickerson, J. W. T., 1962. The effect of development on the composition of a long bone of the pig rat and fowl. *Biochem. J.* 82 : 47-55.
10. Dilworth, B. C., and J. D. Elbert, 1965. Effect of varying calcium : phosphorus ratios on tibia and femur composition of the chick. *Poult. Sci.* 44 : 1474-1479.
11. Harrison, D. C., and E. Mellanby, 1939. Phytic acid and the ricket-producing action of cereals. *Biochem. J.* 33 : 1660.
12. Hay, J. G., 1942. The distribution of phytic acid in wheat and a preliminary study of some of the calcium salts of this acid. *Cereal Chem.* 19 : 326-333.
13. Hurwitz, S., 1964. Estimation of net phosphorus utilization by the slope method. *J. Nutr.* 84 : 83-92.
14. Itoh, H., and T. Hatano, 1964. Comparison of calcium metabolism in various bones of growing chicks in varying states of vitamin D supplementation. *Poult. Sci.* 43 : 70-76.
15. Lolos, G. M. and P. Markakis, 1975. Phytic acid and other phosphorus compounds of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *J. Agr. Food Chem.* 23 : 13.
16. Maddaiah, V. T., A. A. Kurnick, and B. L. Reid, 1964. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 115 : 391. Cited from "Graf, E., 1983. Calcium binding to phytic acid. *J. Agr. Food Chem.* 31 : 851."
17. Mason, V. C., S. B. Andersen and M. Rudemo, 1980. Hydrolysate preparation for amino acid determinations in feed constituents, 3rd EAAP-symposium on protein metabolism and nutrition, Braunschweig.
18. NAS-NRC, 1984. Nutrient requirements of poult. 8th ed. National Academy Press. Washington, D. C.
19. Nelson, T. S., 1967. The utilization of apyhtate phosphorus by poultry-a review. *Poult. Sci.* 46 : 862-871.
20. Nelson, T. S. and L. W. Ferrara, 1968. Phytate phosphorus content of feed ingredients derived from plants. *Poult. Sci.* 47 : 1372-1304.
21. Nelson, T. S., and A. C. Walker, 1964. The biological evaluation of phosphorus compounds. A summary. *Poult. Sci.* 43 : 94-98.
22. Oberleas, D., 1973. Phytate. In "Toxicants occurring naturally in foods" National Academy of Science, Washington, D. C. : 363.
23. O'Dell, B. L., A. R. de Boland, and S. R. Korityohann, 1972. Distribution of phytate and nutritionally important elements among the morphological components of cereal grains. *J. Agr. Food Chem.* 20 : 718.
24. Omosaiye, O., and M. Cheryan, 1979. Low-phytate Full-fat soy protein product by ultrafiltration of aqueous extracts of whole soybeans. *Cereal Chem.* 56 : 58.
25. Reddy, N. R., and D. K. Salunkhe, 1981. Interactions between phytate, protein, and minerals in whey fractions of blank gram. *J. Food Sci.* 46 : 564.
26. Sieburth, J. F., J. McGinnis, F. Wahl, and B. A. McLaren, 1952. Availability of phosphorus in uni-fine four for the chick. *Poult. Sci.* 31 : 813-818.
27. Singsen, E. P., L. D. Matterson, and H. M. Scott, 1947. Phosphorus in poultry nutrition. III. The relationship between the source of vitamin D and the utilization of cereal phosphorus by the poult. *J. Nutr.* 33 : 13-26.
28. Smith, A. K., and J. J. Rackis, 1957. Phytin elimination soybean protein isolation. *J. Am. Chem. Soc.* 79 : 633.
29. Steel, R. G. and J. H. Torrie, 1980. Principles and procedures of statistics. 2nd ed. McGraw Hill book Co., New York.
30. Summers, J. D., H. U. Bentley, and S. J. Slinger, 1968a. Influence of Method of pelleting on the utilization of energy from corn, wheat, short and bran.

- Cereal Chem. in press.
31. Summers, J. D., W. F. Pepper, H. S. Bayley and S. J. Slinger, 1968b. The effect of steam pelleting on the utilization of phosphorus in wheat bran. *Poult. Sci.* 47 : 1897.
 32. Summers, J. D., S. J. Slinger, and G. Cisneros, 1966. Some factors affecting the biological availability of phosphorus in wheat by-products. *Cereal Chem.* 44 : 318-323.
 33. Vohra, P., G. A. Gray, and F. H. Kratzer, 1965. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 120 : 447. Cited from "Graf, E., 1983. Calcium binding to phytic acid. *J. Agr. Food Chem.* 31 : 851."
 34. Vanderpopuliere, J. M., C. B. Ammerman, and R. H. Harms, 1961. The relationship of calcium-phosphorus ratios to the utilization of plant and inorganic phosphorus by the chick. *Poult. Sci.* 40 : 951-957.
 35. Wheeler, E. L. and R. E. Ferrel, 1971. A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. *Cereal Chem.* 48 : 312.