

$\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$

$\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$

Ca:p는 얼마나 중요한가?

로버트·H·함스

(플로리다 대학교수·박사)

편집부역

양계사료의 Ca:P비의 중요성은 지난 수년 동안에 걸쳐 널리 인정되고 있는 사실이다.

베드캐(1928) 등과 하트(1930) 등은 성장하는 병아리에서 가장 적당한 Ca:P비는 2:1과 4:1의 사이에 있다고 발표하였다. 또 윌거스(1931)는 2.5:1이 한계 비율이며 3:1이 넘으면 해롭다고 발표하였다. 이와는 대조적으로 카비 등(1946)은 레그흔 응추(雄雛)에서 1:1이나 2:1의 비율이 성장에 가장 좋은 효과를 가져온다고 보고 하였다.

인과 칼슘의 관계

최근, 식물이나 무기 물로부터 공급되어지는 인의 이용성 여부에 대한 관심이 상당히 높아졌다. 생물학적 이용성을 측정하기 위하여 사용된 시험방법은 상당히 구구하다. 크리치(1956)와 넬슨, 필러(1961)는 시험에서 Ca:P비를 일정하게 하였는가하면 어떤 시험에서는 칼슘수준을 1%(아미만등, 1960) 또는 1.2%(가드너 등, 1959)로 고정시켰다.

1960년 플로리다 시험소에서 여러 가지 다른 물질에 함유된 P의 이용성을 검토하기 위한 시험을 시작하였다. 이전에 행한 시험에서 사용한 여러 가지 칼슘수준으로 볼 때 식물성인이나 무기 인의 이용성에 미치는 Ca:P비의 영향에 대해서

는 재검토가 있어야 한다. 첫 시험에서 사료는 보통사료를 사용하였다. 그러나 반드포풀리에르(1961)는 인의 수준을 낮게 하기 위하여 배아제거 옥수수분(degerminated corn meal)을 사용하였다.

이 시험에서 세 가지 인의 수준에 각각 네 가지 Ca:P비를 급여하였다. 이 사료를 급여 받은 병아리의 체중은 표 1에서 보는 바와 같다.

〈표 1〉 Ca:P비에 따른 병아리 체중

사료 중 인 함량 %	Ca:P비			
	1:1	2:1	4:1	8:1
0.58	g	462	452	345
0.44		422	380	263
0.28		285	213	160
				105

위 표에서 보는 바와 같이 Ca:P비가 8:1에서 1:1로 떨어질 때 병아리의 성장율은 차츰 증가하였다. 이것은 인의 이용성은 Ca:P비가 낮을수록 높아진다는 것을 나타낸다. 병아리가 0.28%의 인을 급여 받을 때 Ca:P비가 1:1이면 4주령에 체중이 거의 300g이 된다는 것은 흥미 있는 사실이다. 이 사료의 인은 모두 식물성인으로 공급되었으며 30% 이상이 성장에 유효하게 나타났다.

이 실험에서 병아리의 골회분함량(bone ash)을 조사하였는데 0.28%의 인을 함유한 사료를 급

여반은 병아리서 제외하면 골회분 함량변화가 성장과 아주 흡사한 경향을 나타냈다. 이정도의 인수준에서 여러가지 Ca:P비는 골회분(Bone ash)에 영향을 미치지 않고 Ca:P비에 상관없이 식물성인은 뼈의 광물질침착에는 효과가 없다는 것을 나타낸다. 이 실험결과를 보면 사료중 인의 함량이 충분할 때 보다는 요구량 이하일 때 Ca:P비가 더욱 중요하다는 것을 알수 있다. 이상의 결론을 기초로 함량이 요구량보다 많거나 혹은 낮은 사료에 있어서 Ca:P비가 미치는 영향을 규명하기 위하여 실험을 했는데 그 결과는 표2에서 보는 바와 같다.

〈표 2〉 네가지 Ca:P비에 두 수준의 인을 각각 급여한 병아리의 체중, 골회분, 폐사율 차이

사료종입 의 함량%	Ca:P 비 1	체중 ¹ (g)	골회분 ¹ (%)	폐사율 ¹ (%)
0.40	1 : 1	—2—	29.9	14.0a
	2 : 1	—2—	26.5	76.0b
	3 : 1	—2—	29.2	82.0bc
	8 : 1	—2—	23.9	95.0c
0.90	1 : 1	44.3a	43.0ab	4.0
	2 : 1	437a	44.4bc	4.0
	3 : 1	419a	44.8c	4.0
	8 : 1	191b	42.4a	4.0

1. 어깨글자의 영문이 다른것끼리는 유의차가 있음
—2— 폐사율이 높아서 체중측정을 못했다.

사료에 충인이 0.4%를 함유했을 때 골회분함량은 Ca:P비가 1 : 1에서 8 : 1로 증가함에 따라 점점 낮아졌다. 폐사율은 Ca:P비가 1 : 1에서 2 : 1로 높아질 때 크게 증가되었고 더 높아짐에 따라 역시 폐사율이 증가하였다. 이와는 대조적으로 사료에 0.9%의 인이 함유되었을 때는 Ca:P비가 1 : 1에서 8 : 1로 높아져도 폐사율에는 차이가 없었다. 0.9%의 인을 함유한 사료에서는 Ca:P비를 3 : 1이상으로 유지 할때 증체율이 현저히 감소하였다. 0.4%의 인을 함유한 사료를 급여한 병아리의 증체량은 생존수가 정확히 측정 할만한 숫자가 되지 못했기 때문에 측정하지 않았다. 이 시험결과에서 보면 Ca:P비는 사료에 인 함량이 부족할 때 대단히 중요하지만 요구량보

다 많을 때는 거의 중요하지 않다는 것을 분명히 말해준다.

기존 Ca:P의 융통성

Ca:P비의 영향은 인의 수준이 적당할 때와 부적당할 때 다르다. 왈드루프(1965)등은 여러 종류의 인산염에서 인의 이용도를 측정한후 Ca:P비율은 경우에 따라 달라져야 한다고 보고 하였다. 그들은 인의 이용성을 최대로하고 병아리에 대한 최대의 효과를 나타내기 위해서는 인의 공급량에 따라 Ca:P비를 다르게 하여야 한다고 결론을 내렸다. 이 가설을 기초로 학자들은 자기 다른 인산염의 급원으로부터 여러수준의 인을 급여할 때 칼슘의 이상적인 수준을 결정하기 위하여 몇가지 실험을 하였다. (함스등 1967, 다모론과 함스 1968, 1969) 이 연구를 보면 어떤 종류의 인산염은 Ca:P비율의 이용 범위를 다른 것보다 더 크게 잡을 수 있다는 것을 알수있는데 그 결과는 표3에서 보는 바와 같다.

〈표 3〉 카라카오섬의 인산염에서 뽑은 두가지 수준의 인파 칼슘량에 따른 경골회분과 체중

사료종인 함량 %	사료종 Ca량 %	경골회분 (%) ¹	체중(gm.) ¹
0.37	0.434	33.6 ^a	277 ^b
	0.484	33.6 ^a	298 ^a
	0.534	33.3 ^a	294 ^a
	0.584	31.3 ^{bc}	275 ^b
	0.634	31.8 ^b	253 ^c
	0.684	30.1 ^{bc}	251 ^c
	0.734	30.0 ^c	240 ^{cd}
	0.784	29.8 ^c	229 ^d
0.51	0.783	39.3 ^a	328 ^a
	0.833	38.3 ^{ab}	333 ^a
	0.883	39.0 ^a	321 ^{ab}
	0.933	38.8 ^{ab}	317 ^{ab}
	0.983	37.3 ^b	309 ^b
	1.033	35.4 ^c	293 ^{bc}

1. 어깨 영문글자가 다른것끼리 유의차가 있음.

* 0.30%의 인은 기본사료에 공급.

카라카오섬의 인산염을 인공급원으로하여 인

□ Ca:P □

함량을 0.37%로 했을 때 골회분함량은 칼슘이 0.434~0.534 범위에서 체중은 칼슘함량이 0.484~0.534%에서 최고이었다. 인의 수준이 0.51%로 증가하면 칼슘량이 0.783~0.933%에서 최고의 골회분함량을 나타냈다. 같은 수준에서 체중도 제일 높았다.

인의 수준이 높을수록 칼슘함량에 융통성이 크다. 인산칼슘(Calcium Phosphate) 형태로 인을 0.37% 급여했을 때 Ca함량은 0.43에서 0.67% 범위에서 결과가 좋았다.

〈표 4〉 인산칼슘(Calcium Phosphate) 형태로 급여했을 때 체중, 경골회분량

사료종인 함량 %	칼슘함량 %	경골회분 % ^a	체 중 gm ^b
0.37	0.35	30.8 ^a	315 ^c
	0.43	36.2 ^b	346 ^a
	0.51	35.1 ^b	348 ^a
	0.59	35.2 ^b	328 ^{b,c}
	0.67	35.8 ^b	334 ^b
0.51	0.53	39.9 ^a	346 ^a
	0.57	39.9 ^a	348 ^a
	0.61	40.2 ^a	346 ^a
	0.65	40.3 ^a	344 ^a
	0.69	39.7 ^a	349 ^a

- 어깨영문글자가 다른것끼리 유의차가 있음.
- 인 0.30%는 기초사료로 공급됨.

인의 공급이 0.51%로 증가되면 Ca수준이 0.53에서 0.69% 범위일 때 성장과 체중에 효과가 컸다. 위 표들은 인산염에 따라서 Ca:P비에 더욱 민감하다는 것을 명확히 해준다.

대추(Pullet)는 Ca:P비에 덜 민감하다.

1964년 와싱턴 주립대학의 학자들이 대추(Replacement pullet)에 대한 칼슘과 인의 요구량에 대해서 연재물로 발표한적이 있다. 그중한 시험결과는 표5와 같다.

칼슘수준이 0.65%~0.192%일 때 인의 범위가 0.38%~0.99%이면 21주령의 체중에 별변화가 오지 않는다.

〈표 5〉 8주령부터 21주령까지 여러가지 칼슘, 인수준을 급여한 병아리의 체중과 골회분량

사료종인 함량 %	칼슘함량 %	체 중 (gm.)	골회분 (%)
0.38	0.65	1416 ^b	59.6
0.43	1.92	1347 ^a	58.5
0.65	0.67	1398 ^{a,b}	59.7
0.59	1.94	1407 ^{a,b}	59.8
0.99	0.72	1378 ^{a,b}	60.5
0.99	1.92	1402 ^{a,b}	59.4

어깨 영문숫자가 다른 것끼리 유의차가 있음.

1. 92%의 칼슘을 포함한 사료에 인의 수준이 0.43, 0.59, 0.99%에도 체중에 별 영향이 없었다. 이것은 칼슘의 함량이 증가해도 대추의 성장에는 큰영향이 없다는 것을 나타낸다. 이시험에서 골회분량이 칼슘이나 인의 함량에 의하여 영향을 받지 않았다는 것 역시 흥미있는 일이다. 학자들은 8주령부터 21주령 사이의 병아리에 칼슘 0.4%, 인 0.3%이상은 필요없다고 결론을 내렸다. 특히 너무 높은 칼슘공급은 피해야 한다. 코넬대학의 영 등은 초산일령을 당기기 위하여 칼슘을 높은 수준으로 급여할 때 신장(Kidney)에 이상이 생긴다는 것을 알았다.

산란계는 Ca:P비에 민감하지 않다.

함스등(1965)은 고수준의 인이 커머셜산란계 대추의 능력을 저하한다고 보고하였다. 한시험의 결과는 표6에서 보는바와 같다.

〈표 6〉 인의 수준에 따른 산란율

사료종 인의 함량 %	헨레이 산란율 %
0.68	77.0 ^a
0.88	73.6 ^{a,b}
1.08	73.4 ^{a,b}
1.28	69.7 ^b
1.48	71.6 ^b
1.68	71.7 ^b

1. 어깨 영문글자가 다른 것끼리 유의차가 있음.

총인의 공급량을 0.68%에서 1.28%로 증가시키면 산란율은 저하되었다. 이 결과는 싱센(196

2) 등이 0.65% 수준의 인은 깔짚위에서 사육하는 산란계의 산란율을 감소시킨다고 발표한 것과 비슷하다. 케이지 사육하는 닭이 평사하는 닭보다 더 높은 수준의 인에 견딜 수 있다는 사실을 기대할 수가 있는데 그 이유는 전에 몇몇 과학자들에 의하여 케이지 사육하는 닭은 평사하는 닭보다 더 높은 인의 수준을 요구한다고 보고한 바 있기 때문이다.

산란계에서 인의 수준이 높으면 산란율을 떨어뜨린다는 사실은 정반대인 P:Ca비에 원인이 있을지도 모른다. 그러나 험스등(1961)에 의한 실험이 이 가설을 입증하지는 못했다.

이들의 세 가지 수준의 칼슘과 네 가지 수준의 인을 조합하였다. 산란율과 폐사율에 대한 결과는 표 7에 나타나 있다.

〈표 7〉 4수준의 인에 각각 다른 3수준의 칼슘을 급여한 산란계 산란율과 폐사율

사료중인 의 함량%	산 란 율 %			폐 사 율 %			
	칼슘 함량%	2.0	3.75	5.50	칼슘 함량%	2.0	3.75
0.35	53.7	63.6	65.4	65.0	45.0	70.0	
0.40	56.5	74.9	75.4	50.0	25.0	5.0	
0.45	60.4	77.0	74.3	60.0	17.0	15.0	
0.80	68.1	77.1	77.1	35.0	5.0	15.0	

식물성 인을 0.35%을 함유했을 때 산란율은 칼슘 함량이 증가할 수록 올라갔다. 칼슘 함량이 높아진다는 것은 Ca:P비가 크다는 것을 말한다. 2.0%의 칼슘에서 인 함량을 0.35%에서 0.80%로 증가시키면 산란율은 높아지고 폐사율은 감소하였다. 이 시험 결과는 산란계에서 Ca:P비나 P:Ca비가 그렇게 중요하지 않다는 것을 말해준다.

웅대추(雄大雞)는 Ca:P비에 융통성이 크다

20주동안 산란계 솟놈에 다섯 가지의 칼슘 수준

을 급여한 결과는 표 8과 같다.

〈표 8〉 칼슘 수준에 대한 웅대추의 수정율, 정액, 성상, 꿀회분

칼슘 함량 %	수정율 (%)		정액 (0~20 cc주의)		경충농도 (십억개/cc)		꿀회분	
	1 실험 1	2 실험 2	1 실험 1		2 실험 1		1 실험 1	2 실험 2
			실험 1	실험 2	실험 1	실험 2		
3.0	65.2	82.1	+ .10	+ .06	- 2.04	- .82	61.6	58.7
1.0	74.8	—	0	—	- 2.04	—	62.4	—
0.7	75.2	83.5	+ .06	+ .21	- 1.14	+ 1.08	61.9	59.0
0.4	70.5	85.8	+ .04	+ .09	- 1.17	- .42	62.4	58.6
0.2	—	86.0	—	+ .09	—	- 0.44	—	58.8

칼슘 수준을 0.2%부터 3.0%까지, Ca:P비를 0.4:1~6.0:1까지로 하여 급여했을 때 경충농도, 죽은 경충의 비율, 꿀회분의 양이나 질에 유의 차가 없었다.

이 표를 기준으로 학자들은 솟놈의 칼슘 요구량이 0.2%보다 높지는 않고 3.0% 정도의 높은 Ca수준도 번식 활동에 해를 주지 않는다고 결론을 내렸다.

요약

어린 병아리가 더 큰 병아리보다 불균형한 Ca:P비에 더 민감하다. 8주령시에는 불균형한 Ca:P비에 대한 감수성이 본질적으로 없어졌다.

산란계는 Ca:P비가 16:1이 나되는 넓은 비율에서도 견딜 수 있다. 그것은 산란계가 난각을 통해서 많은 양의 칼슘을 분비 할 수 있기 때문이라고 설명 할 수 있다.

어린 병아리에 대한 Ca:P비는 인의 함량이 부족할 때 더 민감하다. 또 인의 공급원에 따라서 Ca:P비의 영향이 다르다.

그러나 칼슘이나 인 함량이 요구량에 충족되고 안전량이 첨가되면 Ca:P비의 영향은 그렇게 중요하지 않다.

〈Feedstuffs에서 전재〉